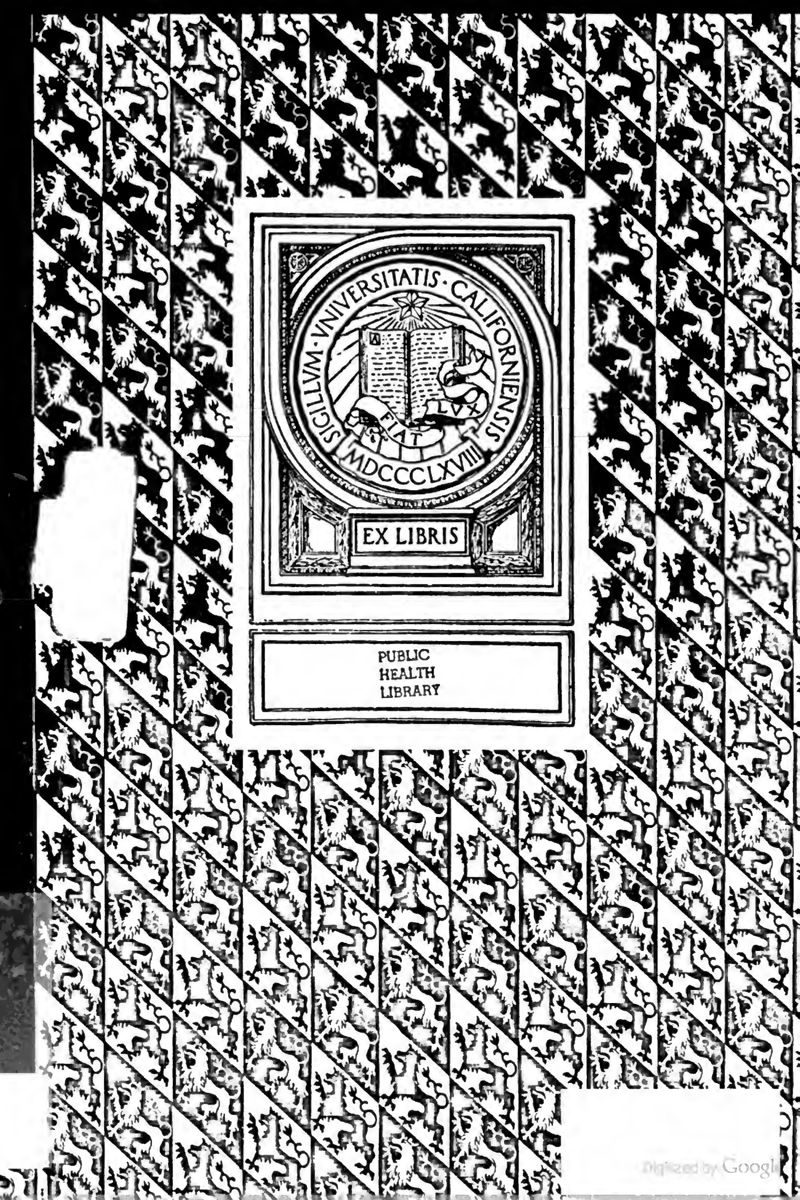
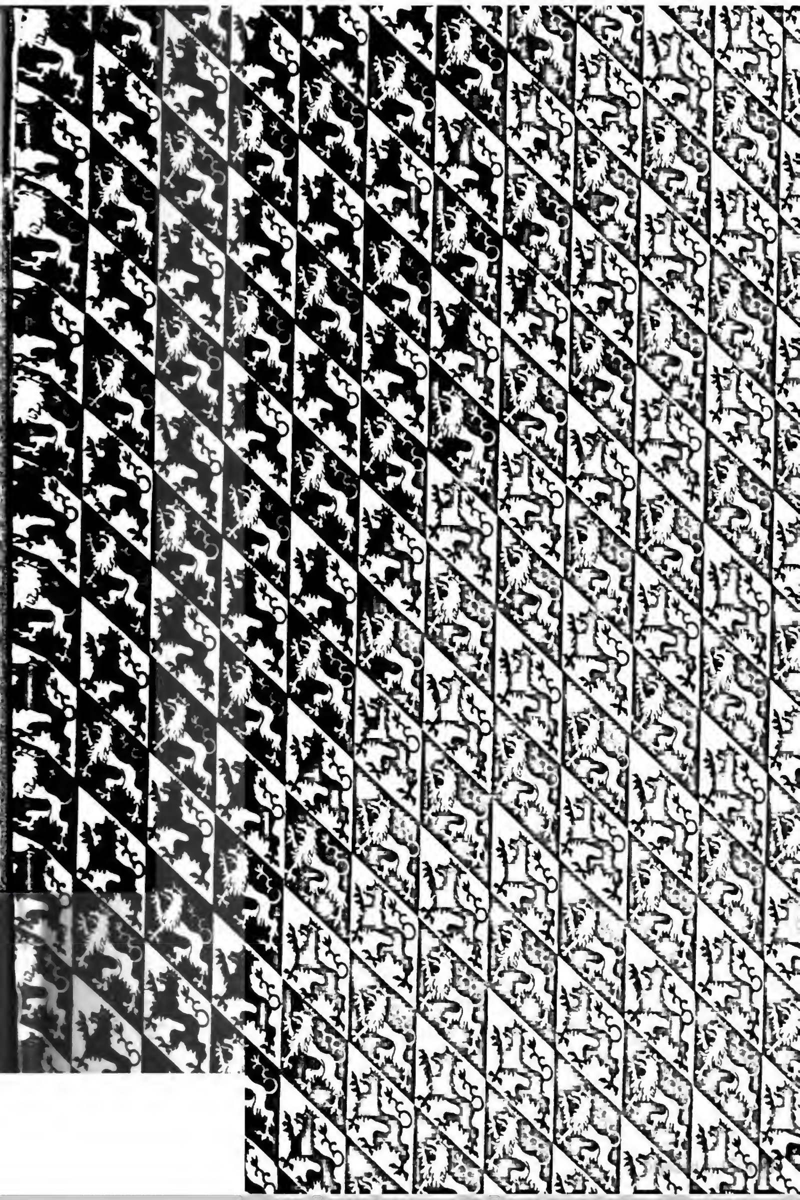

Archiv für Hygiene. Bd. VIII.
Archiv für Hygiene und Bakteriologie


SIGILLVM · VNIVERSITATIS · CALIFORNIENSIS
FIAT LVX
MDCCCLXVIII
EX LIBRIS



ARCHIV

FÜR

HYGIENE.

UNTER MITWIRKUNG VON

Prof. Dr. J. BOCKENDAHL, Kiel; Prof. Dr. O. BOLLINGER, München; Docent Dr. H. BUCHNER, München; Prof. Dr. R. EMMERICH, München; Prof. Dr. F. ERISMANN, Moskau; Geh. Rath Prof. Dr. C. FINKELNBURG, Bonn; Prof. Dr. J. v. FODOR, Budapest; Professor Dr. M. GRUBER, Wien; Prof. Dr. R. GSCHEIDLEN, Breslau; Prof. Dr. A. HILGER, Erlangen; Geh. Rath Dr. R. KOCH, Berlin; Professor Dr. K. LEHMANN, Würzburg; Oberstabsarzt Dr. J. PORT, München; Geh. Rath Dr. REINHARD, Dresden; Regierungsrath Dr. F. RENK, Berlin; Generalarzt Dr. W. ROTH, Dresden; Prof. Dr. M. RUBNER, Marburg; Professor Dr. J. SOYKA, Prag; Prof. Dr. J. UFFELMANN, Rostock; Professor Dr. G. WOLFFHÜGEL, Göttingen.

HERAUSGEGEBEN

VON

J. FORSTER, FR. HOFMANN, M. v. PETTENKOFER,

O. Ö. PROFESSOREN DER HYGIENE UND DIRECTOREN DER HYGIENISCHEN INSTITUTE AN DEN UNIVERSITÄTEN ZU

AMSTERDAM LEIPZIG MÜNCHEN.

ACHTER BAND.

MÜNCHEN UND LEIPZIG.

DRUCK UND VERLAG VON R. OLDENBOURG.

1888.

Inhalt.

Seite

Ueber das Verhalten der trockenen Kleidungsstoffe gegenüber dem Wärmedurchgang. Von Dr. A. Schuster 1

Ueber den Eiweissbedarf des Erwachsenen mit Berücksichtigung der Beköstigung in Japan. Von Dr. T. Nakahama 78

Ueber den Bacteriengehalt der öffentlichen Brunnen in Kaiserslautern. Von Th. Bokorny 105

Ein neues Geheimmittel zum Flammenschutz. Von Dr. Helbig . . 111

Kesseldampf und Siedetemperatur. Ein Vorlesungsversuch von C. E. Helbig 115

Ueber die Vertheilung der Luftfeuchtigkeit in München. Von Gottfried Oswald 117

Der siebente Congress für innere Medicin vom 9. bis 12. April 1888 zu Wiesbaden 143

Untersuchungen über den Durchtritt von Infectionserregern durch die intacte Lungenoberfläche. Von Dr. H. Buchner. (Aus der hygienischen Station am Operationscursus für Militärärzte in München. (Mit Taf. I) 145

I. Historisches und Kritisches 145

II. Versuche über Inhalation trocken zerstäubter Milzbrandsporen. Von H. Buchner und Fr. Merkel 165

III. Inhalation von nass zerstäubten Milzbrand-Sporen und -Stäbchen und von Hühnercholerabacillen. Von H. Buchner und E. Enderlen 190

IV. Specielle Bedingungen des Durchtrittes von Infectionserregern durch die intacte Lungenoberfläche. Von H. Buchner 217

Beitrag zur Kenntnis des Favuspilzes. Von Dr. A. J. Munnich in Amsterdam. (Mit Taf. II, III, IV) 246

Luftuntersuchungen, ausgeführt im hygienischen Institute der Universität Rostock. Von Prof. Dr. Uffelmann 262

Bemerkungen über eine kleine Pockenepidemie in Stockholm während des Jahres 1884. Von Dr. R. Wawrinsky, Gesundheits-Inspector in Stockholm 351

Seite

Untersuchungen über Variationserscheinungen bei Vibrio Proteus. (Kommabacillus von Finkler-Prior.) Von Georg Firtsch in Graz. (Mit Taf. V u. VI) . . . 369

Colorimetrische Bestimmung von Eisen in Mineral-, Brunnen-, Quell- und Flusswasser. Von Dr. Adolf F. Jolles . . . 402

Erfahrungen auf dem Gebiete der Butterfettanalyse. Von Dr. Ed. v. Raumer, Assistent der kgl. Untersuchungsanstalt Erlangen . 407

Kritik der neueren auf dem Reichert-Meissl'schen Verfahren basirenden Butteruntersuchungsmethoden. Von Dr. Rudolf Sendtner in München . . . 424

Ueber die Veränderungen des Bieres in Flaschen. Von A. Hilger . 445

Zur quantitativen Bestimmung der Mineralsäuren, speciell der Salz- und Schwefelsäure im Essig. Von A. Hilger . . . 448

Ueber die Producte der alkoholischen Gärung mit specieller Berücksichtigung der Glycerinbildung. Von Victor Thylmann und C. Hilger . . . 451

Zur Kenntnis des Safrans und dessen Verfälschungen. Von G. Kuntze und A. Hilger . . . 468

Tata-Eiweiss. Von C. E. Helbig . . . 475



Ueber das Verhalten der trockenen Kleidungsstoffe gegenüber dem Wärmedurchgang.

Von

Dr. A. Schuster,
k. b. Stabsarzt.

(Aus dem hygienischen Institut München.)

Die Frage, wie sich die verschiedenen zur Bekleidung des Menschen dienenden Stoffe hinsichtlich der Widerstände, welche sie dem Durchtritt von Wärme entgegensetzen, absolut und relativ zu einander verhalten, ist bis jetzt noch wenig zum Gegenstand experimenteller Studien gemacht worden. Dass diesem Verhalten seitens der Physiker geringe Aufmerksamkeit geschenkt wurde, ist aus dem Grunde erklärlich, weil denselben diese Materie, wenigstens insoferne deren praktische Bedeutung und Verwerthung in Betracht kommt, ferner gelegen ist. Es finden sich denn, soweit ich die betreffende Literatur übersehe, nur von Péclet[1]), Forbes[2]), Schuhmeister[3]) und Rumford[4]) Untersuchungen über die Wärmedurchgangsverhältnisse durch solche Stoffe ausgeführt. Aber auch von hygienischen Gesichtspunkten aus ist die beregte Frage auffallenderweise noch wenig bearbeitet worden; denn Krieger[5]), Hammond[6]) und Coulier[7]) sind die einzigen,

1) Péclet, Traité de la chaleur, Paris, Masson 1856 3. edit. Bd. 1 S. 407.

2) Proceedings of the Royal Society of Edinburgh Vol. VIII Session 1872 bis 1873 S. 62—68.

3) Sitzungsberichte der k. Akad. d. Wissenschaften in Wien 1872 Bd. 65.

4) Tyndall, Die Wärme etc. Deutsche Ausgabe 3. Auflage Braunschweig, Vieweg u. Sohn, 1875 S. 275 u. ff.

5) Zeitschrift f. Biologie 1869 S. 504 u. ff.

6) A treatise on hygiene with special reference to the military service. Philadelphia 1863 S. 583.

7) Gazette hebdomaire de méd. et de chirurg. 1858 Nr. 11 u. 13 p. 189 u. 221.

welche sich bis jetzt experimentell damit beschäftigt haben. Aus naheliegenden Gründen werde ich zunächst nur auf die Arbeiten dieser letzteren Autoren näher eingehen und erst weiter unten jene der ersteren berücksichtigen können.

Coulier, Hammond und Krieger haben ihre Versuche im allgemeinen in der Weise angestellt, dass sie mit warmem Wasser gefüllte Metallcylinder mit den zu prüfenden Stoffen umhüllten und dann die Zeit bestimmten, welche verstrich, bis das Wasser in den Cylindern bei verschiedener Bekleidung aber unter sonst gleichen Verhältnissen um eine bestimmte Anzahl von Temperaturgraden sich abgekühlt hatte. Die gefundenen Zeitdifferenzen bildeten den Maassstab für die grössere oder geringere Hemmung der Wärmeabgabe durch die verschiedenen Stoffe. Coulier verfuhr bei der Ausführung seiner Versuche so, dass er einen Messingcylinder an Seidenfäden in einem Raume, wo die Luft ruhig war, aufhing. Derselbe war oben mit einem Stopfen verschlossen, in welchem ein Thermometer steckte, dessen Kugel sich in der Mitte des Gefässes befand. Der Versuch wurde begonnen, wenn das Wasser im Cylinder, welches noch um 10° wärmer eingefüllt wurde, eine Temperatur erreicht hatte, die um 40° höher war als die Aussentemperatur. Abgelesen wurde mit einem Fernrohr. Wie weiter unten gezeigt werden soll, lassen sich gegen die Zuverlässigkeit dieser Methode einige Einwendungen machen, indessen ist die Zahl der von Coulier untersuchten Stoffe eine ganz geringe, so dass ich mich mit seiner Untersuchungsmethode nicht specieller befassen werde. Ueber die Versuchsanordnung Hammond's war es mir nicht möglich, Näheres in Erfahrung zu bringen, da ich das Original der Arbeit nicht erhalten konnte.

Krieger, der seine Untersuchungsmethode sonst eingehend beschreibt, gibt über die Art und Weise, wie er bei der Ausführung der Versuche verfuhr, leider nichts Genaueres an, sondern er sagt nur, dass »für möglichst gleichmässige Abkühlungsbedingungen gesorgt war«. Es lässt sich nicht leugnen, dass die Versuchsanordnung von Krieger im allgemeinen eine ganz zweckmässige und den wissenschaftlichen Anforderungen fast durchweg genügende war, allein sie ist doch nicht ganz einwurfs-

frei, sie schliesst einige Fehlerquellen ein, deren Tragweite sich nicht a priori bestimmen lässt. Krieger hat bei der Betrachtung der Genauigkeit seiner Methode zum Theil selbst auf dieselben aufmerksam gemacht. So erwähnt er als einer Fehlerquelle, die namentlich bei denjenigen Stoffen, welche eine beträchtliche Verlangsamung der Wärmeabgabe bedingen, ins Gewicht fällt, dass er die beiden Grundflächen seiner Cylinder dadurch möglichst thermisch zu isoliren suchte, dass er die Cylinder auf dicke Wollunterlagen stellte und ferner doppelte Blechdeckel anwendete, zwischen welchen mehrere lose Flanelllagen und dünne, runde Blechscheiben als schlechte Wärmestrahler eingefügt waren.

Ein anderes Moment, welches ebenfalls, wie mir scheint, die Genauigkeit der Versuche beeinträchtigte, war, dass die Cylinder nur etwa zu $^4/_5$ ihrer Höhe mit Wasser gefüllt waren. Nun wurden zwar die Deckel, nachdem das Wasser eingefüllt war, aufgelöthet, um einen dampfdichten Verschluss herzustellen und ragten auch etwas in den Hohlraum des Cylinders hinein, aber es blieb doch, wie es scheint, zwischen dem Deckel und dem Niveau des Wassers ein mit Luft gefüllter Raum, der, soviel sich durch Messungen an der der Krieger'schen Arbeit beigegebenen Abbildung eruiren lässt, immerhin einige Centimeter hoch gewesen ist. Schon durch die Verschiedenheit der specifischen Wärme der die Cylinderhöhle füllenden Medien (Luft und Wasser) können so, vorzüglich dann, wenn in den Aussentemperaturen bei den einzelnen Versuchen grosse Differenzen vorhanden sind, Verhältnisse geschaffen werden, die störend auf den gleichmässigen Verlauf der Entwärmung einwirken; noch mehr aber wird dies der Fall sein durch die Unterschiede, welche naturgemäss unter solchen Umständen die Verschiedenheit der Dampfbildung hervorbringt, auf welche letztere überdies auch Luftdrucksdifferenzen von Einfluss sind.

Der schwerwiegendste Einwurf jedoch, welcher der Untersuchungsmethode Krieger's gemacht werden kann, ist der, dass er es unterlassen hat, das Wasser im Cylinder fortwährend zu mischen. Die Abkühlung des Wassers in einem Gefässe geht, wenn es ruhig sich selbst überlassen bleibt, keineswegs gleich-

1*

mässig vor sich, sondern das Wasser an den Wänden wird zunächst stärker abgekühlt und senkt sich infolge dessen zu Boden, während die wärmeren Massen sich an der Oberfläche sammeln. Dadurch entstehen Strömungen des Wassers innerhalb des Gefässes und eine ganz verschiedenartige Vertheilung der Wärme. Wie mich Beobachtungen gelehrt haben, können auf diese Weise die Temperaturunterschiede an verschiedenen Stellen des Gefässes ganz beträchtlich werden; denn in einem Cylinder von etwa 20 cm Höhe hatte sich bei ruhigem Stehenlassen nach 10 Minuten schon zwischen den obersten und untersten Schichten ein solcher von 1,5—2,0 ° C. hergestellt. Ein Thermometer, wenn es sich auch genau in der Mitte eines Cylinders oder eines sonstigen Gefässes befindet, zeigt daher durchaus nicht immer die mittlere Temperatur der ganzen Wassermasse an, welche gemessen werden sollte, sondern nur den jeweiligen Stand der Temperatur an der Stelle, wo sich eben die Kugel befindet. Der durch diese Art der Temperaturbestimmung entstehende Fehler ist aber auch nicht bei allen Versuchen der gleiche, wie man vielleicht annehmen könnte, selbst wenn das Thermometer immer an der gleichen Stelle im Gefäss sich befindet, sondern es kann je nach dem rascheren oder langsameren Gang der Abkühlung und der dadurch entstehenden Strömungen die Temperaturvertheilung eine ganz verschiedenartige werden. Will man die wirkliche mittlere Temperatur messen und dies ist nothwendig, wenn die Versuche wahre Resultate liefern sollen, so muss das Wasser fortwährend durcheinander gemengt werden. Die durch Vernachlässigung dieser Maassregel entstehenden Fehler fallen aber bei den Versuchen von Krieger um so mehr ins Gewicht, weil er in der Formel, die er zur Berechnung der Coëfficienten für den Wärmedurchgang durch die Stoffe aus den Beobachtungen anwandte, die Voraussetzung macht, dass die Abkühlung des Wassers im Cylinder ganz gleichmässig erfolgt.

Weiterhin halte ich die Art, wie Krieger seine Versuche ausgeführt hat, hinsichtlich der Gleichmässigkeit der äusseren Bedingungen für nicht ganz fehlerfrei. Krieger gibt über die Mittel, wie er diese Gleichmässigkeit erreicht hat, nichts Näheres

an. Man muss hieraus schliessen, dass er seine Cylinder einfach in einem Raum aufgestellt hat, der, soweit es sich im allgemeinen beurtheilen liess, immer die gleichen Verhältnisse darbot. Allein es treten, wie ich mich durch eigens zu diesem Zweck angestellte Versuche, bei welchen ich in jeder Beziehung eine Gleichheit der äusseren Bedingungen hergestellt zu haben glaubte, überzeugt habe, bei dieser Versuchsanordnung Differenzen in der Grösse der Wärmeabgabe bis zu 10 % Höhe auf. Dies lässt sich nur so erklären, dass selbst bei scheinbar grösstmöglichster Gleichartigkeit der Verhältnisse doch Luftströmungen von verschiedener Richtung und Stärke in einem grösseren Raum vorhanden sind, welche durch ihre Geringfügigkeit der Beobachtung für gewöhnlich entgehen, bei der Wärmeabgabe jedoch sich in deutlicher Weise geltend machen.

Dass schon Luftströmungen von äusserst geringer Intensität bemerkenswerthe Unterschiede in der Wärmeabgabe bewirken können, lehren einige Versuche, die ich mit meinem später zu beschreibenden Apparat ausführte. Verschloss ich nämlich die obere Oeffnung des Kühlgefässes mit einem Blechdeckel, so war die Wärmeabgabe vom Versuchscylinder um 4—6 % geringer, als wenn die Oeffnung unverschlossen war, trotzdem die Luftbewegung eine so schwache war, dass ein sehr empfindliches Anemometer keinen Ausschlag gab.

Wie schon erwähnt, liess sich die Tragweite der im Vorstehenden aufgeführten Fehlerquellen von vorneherein nicht bestimmen, und ich beschloss daher mit einer Methode, welche diese Fehlerquellen nach Möglichkeit vermeiden sollte, die Versuche Krieger's zu wiederholen. Nach vielfachem Experimentiren und Modificiren, deren Einzelheiten ich, um nicht zu weitläufig zu werden, übergehe, kam ich schliesslich zu der folgenden Methode, welche, wie ich glaube, eine hinreichende Genauigkeit gewährleistet, wenigstens insoweit, als es sich um relative Verhältnisse handelt.

Ich beginne mit der Darlegung der Versuchsanordnung und reihe daran die Schilderung der Ausführung der Versuche, welche im Münchener hygienischen Institut unter der Leitung des Herrn Geheimrath v. Pettenkofer von Statten ging.

Der Grundgedanke der von mir eingeschlagenen Methode ist der gleiche, wie bei den früheren Untersuchungen: In einem mit warmem Wasser gefüllten Metallcylinder wird aus der verschiedenartigen Grösse der Abkühlung in der Zeiteinheit bei Umhüllung mit verschiedenen Kleidungsstoffen deren Einfluss auf die Wärmeabgabe bestimmt; ich suchte nur durch eine Reihe von Cautelen jede Verschiedenheit der äusseren und inneren Bedingungen bei den einzelnen Versuchen möglichst auszuschliessen, so dass die Wirkung des jeweils untersuchten Stoffes klar zu Tage treten konnte und nur von ihr allein die Veränderung in der Abkühlungsgeschwindigkeit der Hauptsache nach abhängig sein musste.

Ich benützte zu sämmtlichen Versuchen nur einen Cylinder und zwar einen solchen aus Messing. Derselbe wurde jedoch nicht wie bei den Versuchen meiner Vorgänger blank angewendet und unmittelbar über die Metallfläche die Stoffe gebracht, sondern ich hatte ihn ganz mit einem dicht anliegenden und fest aufgeklebten Ueberzug von Chagrinleder versehen lassen und zwar aus folgenden Gründen: 1. Hatte ich mich durch eine Reihe von Versuchen überzeugt, dass ein blanker Cylinder, wenn man mit ihm ohne Umkleidung mit Stoffen experimentirt, ziemlich von einander abweichende Resultate beim Erkalten gibt. Es kann dies nur darin seinen Grund haben, dass Veränderungen in der Beschaffenheit der blanken Oberfläche, wie sie durch Berührung mit den Händen oder durch Verkratzen beim Reinigen unvermeidlich sind, gleich ziemlich beträchtliche Unterschiede in der Abstrahlung der Wärme bewirken. 2. Erschien es mir mit Rücksicht auf die praktische Verwerthung der Versuche zweckmässiger, unter den Stoffen eine Oberfläche zu haben, welche mit derjenigen der Haut grössere Aehnlichkeit besitzt, als eine glatte, blanke Metallfläche. Diesem letzteren Erfordernis schien mir das Chagrinleder sehr gut zu genügen.

Mein Cylinder hatte incl. Lederüberzug eine Höhe von 22 cm und einen Durchmesser von 6,5 cm. Verschlossen wurde derselbe dadurch, dass der Deckel einen etwa 1 cm breiten Rand hatte, welcher in den Cylinder hineingesteckt wurde. Da die Metall

flächen genau auf einander passten, so war dieser Verschluss ein sehr fester, nahezu hermetischer.

Ferner war ich darauf bedacht, die äusseren Verhältnisse möglichst so zu gestalten, dass die Wärmeabgabe durch dieselben bei allen Versuchen in der gleichen Weise beeinflusst wurde und dass namentlich die störenden unregelmässigen Luftströmungen vermieden wurden. Zu diesem Zwecke liess ich mir ein grosses cylindrisches Gefäss aus Blech mit doppelten Wänden anfertigen. Der 9,5 cm betragende Zwischenraum zwischen beiden Wänden, welcher unten durch einen Boden geschlossen war, wurde bis oben mit Wasser gefüllt. Sonst war das Gefäss unten und oben offen und stellte somit einen mit einer ziemlich dicken Wasserschicht gefüllten Cylindermantel dar, dessen innerer Durchmesser 29 cm betrug bei einer Höhe von 61 cm. Dieser Cylindermantel, welchen ich der Kürze halber das Kühlgefäss nennen will, ruhte auf drei 14 cm hohen Füssen und war in einer abgeschlossenen gegen Norden gelegenen Abtheilung des Kellers des hygienischen Instituts aufgestellt. Der Versuchscylinder wurde bei den Versuchen in der Weise in der Achse des Kühlgefässes angebracht, dass er nach unten um 24 cm, nach oben um 15 cm von dessen Wänden überragt wurde. In dieser Stellung wurde er dadurch befestigt, dass er mit drei kleinen Oesen, die an seiner unteren Kante angelöthet waren, auf einen in der Achse des Kühlgefässes befindlichen Dreizack aufgesetzt wurde. Durch diese Anordnung wurden allenfallsige unregelmässige seitliche Luftströmungen abgehalten und es blieb nur der durch den warmen Cylinder erzeugte aufsteigende Luftstrom innerhalb des Kühlgefässes.

Die Temperatur der Luft im Keller blieb, infolge seiner abgeschlossenen Lage während der Dauer eines Versuches fast immer constant und änderte sich im höchsten Falle um 0,2 ° C. Es war dies gewiss ein für die Verhinderung verschieden gerichteter Luftströmungen sehr günstiges Moment. Wie ich mich durch mehrere an verschiedenen Punkten des Locals aufgestellte Thermometer überzeugte, herrschte auch im ganzen Raume während eines Versuches immer die gleiche Temperatur. Ebenso waren die Schwankungen der Kellertemperatur im Laufe des Jahres

nicht sehr gross und bewegten sich ungefähr zwischen 5—16 ° C. Nicht unerwähnt möchte ich ferner lassen, dass die Temperaturschwankungen im Grossen sich im Keller fast ausnahmslos mit solcher Langsamkeit vollzogen, dass die ziemlich beträchtliche Wassermasse im Kühlgefäss mit denselben gleichen Schritt halten konnte, so dass Luft und Wasser nur in seltenen Fällen ganz unbedeutende Temperaturdifferenzen (0,1 ° C.) aufwiesen.

Das Einsetzen des Versuchscylinders in das Kühlgefäss könnte möglicherweise Versuchsfehler bedingen durch Behinderung der freien Wärmestrahlung. Dass thatsächlich nicht alle Wärme, welche ausgestrahlt wurde, von dem wassergefüllten Cylindermantel absorbirt wurde, entgegen meiner Voraussetzung beim Zusammenstellen des Apparates, ist dadurch bewiesen, dass ein an der unteren Oeffnung des Kühlgefässes befindliches Thermometer am Ende des Versuches immer eine um etwa 0,5 ° höhere Temperatur anzeigte, als die Aussenluft im übrigen Raum besass. Es wäre daher wohl zweckmässig gewesen, die dem Versuchscylinder zugewandte Innenfläche des Kühlgefässes zu berussen, um deren Wärmeabsorptionsfähigkeit zu erhöhen. Ich glaube indessen nicht, dass die Unterlassung dieser Vorsichtsmaassregel wesentliche Fehler verursachte. Gerade der Umstand, dass das betreffende Thermometer bei Versuchen mit den verschiedensten Stoffen constant annähernd die gleiche Temperaturerhöhung von 0,5 ° über die Aussenluft anzeigte, deutet darauf hin, dass immer fast die gleiche Wärmemenge nicht absorbirt wurde. Es bleibt somit der Fehler immer gleich gross, was bei vergleichenden Versuchen weniger in's Gewicht fällt.

Das Thermometer, dessen ich mich zum Messen des Ganges der Abkühlung bediente, wurde eigens zu diesen Untersuchungen verfertigt; denn es musste so lang sein, dass die Scala frei über den oberen Rand des Kühlgefässes hinausragte, um von der Ferne abgelesen werden zu können. Es hatte denn auch eine Länge von 66 cm und war in Zehntelgrade getheilt. Die Theilstriche waren so weit von einander entfernt, dass 1/20 Grad noch mit Leichtigkeit geschätzt werden konnte. Abgelesen wurde mittels eines Fernrohrs aus einer Entfernung von 6,5 m, um jede Er-

zeugung von Luftbewegungen durch Hin- und Hergehen zu vermeiden.

Da die Versuche zum Theil im Winter nachmittags angestellt wurden, wo es schon dunkel war und auch an trüben Tagen das Tageslicht nicht hinreichte, um das Thermometer aus der Ferne scharf ablesen zu können, so war eine künstliche Beleuchtung nothwendig. Diese wurde auf dem Wege bewerkstelligt, dass durch ein Fenster in einer Wand des Kellers, in deren Nähe der ganze Apparat aufgestellt war, das Licht einer Gasflamme mittels eines Reflectors von rückwärts auf das Thermometer geworfen wurde. Da die Scala auf Milchglas aufgetragen war, so wurde damit ein ganz scharfes Ablesen ermöglicht. Die Gasflamme befand sich in einer Entfernung von ca. 1 m vom Thermometer. Um jedoch zu verhindern, dass die durch das Fenster gehenden Wärmestrahlen Störungen im Versuch erzeugten, wurde vor dem Fenster ein mit Wasser gefülltes Glasgefäss zur Absorption der Wärme aufgestellt. Der genannte Zweck wurde auch vollkommen erreicht, wie die Controle durch ein unmittelbar am Fenster angebrachtes Thermometer ergab.

Aus weiter oben schon erörterten Gründen hielt ich es für nöthig durch fortwährende Mischung der Wassermasse im Versuchscylinder eine gleichmässige Wärmevertheilung zu erzielen. Hiezu diente folgende Einrichtung: Der Stiel des Dreizacks, auf welchem der Cylinder ruhte, war so befestigt, dass er um seine Längsachse drehbar war, und es konnte daher auch der Cylinder, wenn er darauf sass, gedreht werden. Aussen am Thermometer oberhalb des Quecksilbergefässes wurde um den innerhalb des Cylinders befindlichen Theil eine Spirale aus Messingblech angelegt. Das Thermometer selbst ging weiterhin durch eine Oeffnung im Deckel des Cylinders frei hindurch, war jedoch so dick, dass es diese Oeffnung fast vollkommen ausfüllte und nur eben noch leicht darin beweglich war; an seinem oberen Ende jedoch war es befestigt, so dass es sich nicht drehen konnte. Wenn nun der Cylinder gedreht wurde, was durch ein Wasserrad, das mittels einer Uebertragung mit dem Stiele des Dreizacks in Verbindung stand, effectuirt wurde, so erfolgte durch die ruhig stehende

Schraube im Innern des Cylinders eine unausgesetzte Mischung des Wassers. Von der Wirksamkeit dieses Mechanismus habe ich

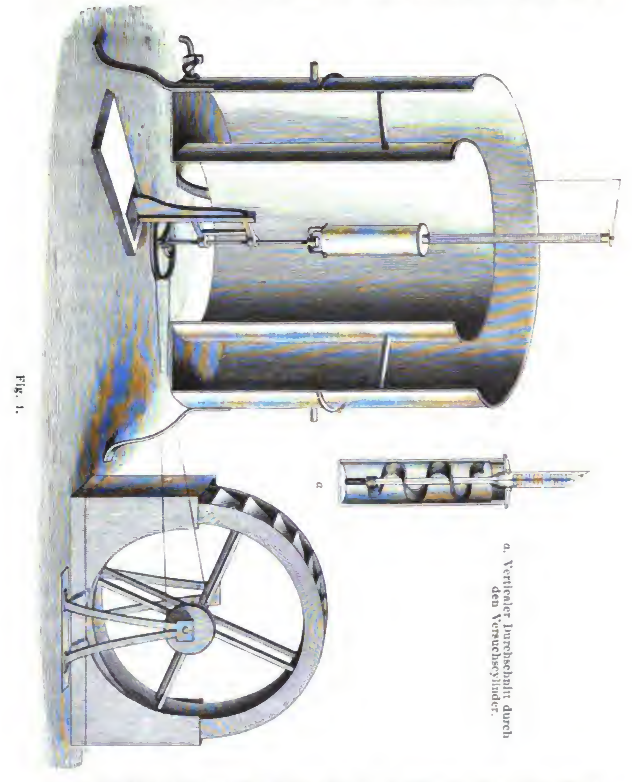


Fig. 1.

a. Verticaler Durchschnitt durch den Versuchscylinder.

mich vielfach überzeugt; denn ich fand immer, dass bei einer gewissen Geschwindigkeit der Umdrehung die Temperatur des Wassers in den obersten Schichten am Ende des Versuches genau

die gleiche war, wie in den untersten. Die Umdrehungsgeschwindigkeit brauchte dabei durchaus keine sehr grosse zu sein; es genügten ca. 13 Umdrehungen in der Minute und diese Geschwindigkeit wurde auch bei allen Versuchen eingehalten. Der ganze Apparat ist auf der nebenstehenden Zeichnung dargestellt.

Gegen obige Versuchsanordnung liesse sich nun allerdings der Vorwurf erheben, dass durch den Mangel eines dampfdichten Verschlusses des Versuchscylinders Wasserdampf und damit Wärme entweichen und so Fehler entstehen können. Es lässt sich dies nicht in Abrede stellen. Wenn man jedoch prüft, wie gross die Menge des entweichenden Dampfes ist, so stellt sich diese als sehr gering heraus. Ich habe mich durch Wägung des Cylinders unmittelbar nach einem Versuch überzeugt, dass ein Gewichtsverlust von nur 0,6 g durch diesen Vorgang verursacht wurde. Es ist nun nicht schwer, durch eine Berechnung die Grösse des Fehlers annähernd kennen zu lernen. Wenn man die durchschnittliche Temperatur des entwichenen Wasserdampfes zu 45° C. annimmt, was gewiss eher über als unter dem Mittel gelegen ist, so entspricht dies nach den Zeuner'schen Tabellen einem Wärmeverlust von 345 Grammcalorien. Nun wurden aber im Mittel pro Versuch bei der Abkühlung des Wassers 4630 Calorien abgegeben, wie sich aus Tabelle 1 (S. 15) berechnen lässt. Es beträgt demnach der Fehler 7,4%. Dies ist allerdings absolut ziemlich viel, allein es bleibt zu berücksichtigen, dass der Fehler bei allen Versuchen nahezu gleich gross angenommen werden kann, wodurch er sehr an Bedeutung verliert, weil ja zunächst vornehmlich die Erzielung relativer Werthe im Plan der Untersuchung lag.

Ich wende mich nun zu der Art der Ausführung der Versuche selbst, bei welchen folgendermaassen verfahren wurde: Der Cylinder wurde immer so weit mit Wasser gefüllt, dass oben nur ein Raum von etwa ½ cm leer blieb. Die hierzu nöthige Wassermenge betrug 548 g und um diese ganz gleich zu erhalten wurde der Cylinder stets auf der Waage gefüllt. Vor dem Einfüllen wurde das Wasser auf eine Temperatur erwärmt, welche beträchtlich (10—12° C.) höher war, als jene, bei welcher der eigentliche Versuch begonnen wurde; denn einestheils ging natürlich eine

gewisse Wärmemenge zur Erwärmung des Cylinders, Thermometers, Stoffes etc. verloren und anderntheils musste ich einige Zeit vorübergehen lassen, ehe ich mit der Beobachtung der Abkühlung begann, damit die Stoffe gehörig durchwärmt waren und sich die Wärmeabgabe regulirt hatte.

Wenn das Thermometer eine Temperatur anzeigte, welche um 3° höher war als diejenige, bei welcher der Versuch anfangen sollte, wurde der Cylinder in das Kühlgefäss gebracht und mit dem Drehen begonnen, so dass das Wasser gehörig gemischt wurde. Bis zum Beginn des eigentlichen Versuches verstrichen dann immer noch 10—15 Minuten.

Die Beobachtungen selbst nahmen ihren Anfang, wenn die Temperatur des Wassers im Cylinder genau um 33° C. über jener des Kellers stand. Es erschien mir nothwendig, immer die gleiche Temperaturdifferenz einzuhalten, um möglichst gleiche Versuchsbedingungen zu erhalten und weil ich auf diese Weise annähernd die gleiche Stärke des aufsteigenden Luftstromes zwischen Cylinder und Kühlgefäss zu erreichen hoffte. Die Temperaturdifferenz von 33° rührte daher, dass ich meine Versuche bei einer Temperatur ausführen wollte, die derjenigen des Körpers nahe lag. Ich hatte deshalb meine ersten Versuche bei 40° C. begonnen und damals betrug die Temperatur des Kellers 7° C.

In dem Moment, wo das Thermometer die betreffende Temperatur anzeigte, setzte ich eine Secundenuhr in Gang und las dann von 5 zu 5 Minuten das Thermometer ab. Jeder Versuch dauerte genau 40 Minuten.

Wie man sieht, bestimmte ich nicht die Zeit, welche verfloss, bis sich das Wasser um eine bestimmte Zahl von Graden abkühlte, wie Coulier und Krieger gethan, sondern ich ermittelte die Temperaturabnahme in einer bestimmten Zeit. Dadurch erhielt ich direct den Unterschied in der Menge der abgegebenen Wärme bei der Umhüllung mit verschiedenen Stoffen. Die Annahme Couliers, dass diese Methode weniger genau sei, als diejenige, bei welcher die Zeit bestimmt wird, innerhalb welcher die gleiche Temperaturabnahme erfolgt, weil bei ersterer ungleiche Wärmemengen durch die Stoffe hindurchgehen und so die Ver-

suchsbedingungen nicht die gleichen seien, scheint mir nicht stichhaltig. Für die Frage nach der Grösse der Hemmung der Wärmebewegung durch verschiedene Stoffe im allgemeinen ist es nach meiner Ansicht gleichgültig, welche der beiden Methoden in Anwendung gezogen wird. Bei der Uebertragung der Versuchsresultate in die Praxis dagegen halte ich die directe Bestimmung der Unterschiede der in der Zeiteinheit abgegebenen Wärme für viel zweckmässiger.

Bei der Prüfung der einzelnen Stoffe wurde nicht bloss der Cylindermantel, sondern auch Boden und Deckel bekleidet, so dass der ganze Cylinder eingehüllt war. Das Stück Zeug, welches den Boden überkleidete, wurde zum Zweck der Befestigung an denjenigen Theil, welcher den Cylindermantel umschloss, angenäht, während das Stück oben nur glatt auf den Deckel gelegt wurde, nachdem in der Mitte ein rundes Loch zum Durchtritt des Thermometers ausgeschnitten worden war. Vorzüglich wurde das Augenmerk darauf gerichtet, dass alle Stoffe möglichst gleich straff angespannt waren, weil aus der Vernachlässigung dieser Maassregel leicht Fehler entstehen können.

Zu bemerken ist noch, dass ich vor Beginn des Versuches den Cylinder sammt den Stoffen längere Zeit, mindestens 3 Stunden lang in einem Trockenschrank bei 60° C. trocknete, um das hygroskopische Wasser sowohl aus dem Stoffe, als aus dem Leder auszutreiben. Ich hatte nämlich die Beobachtung gemacht, dass, wenn dieses Trocknen nicht vorausgegangen war, besonders bei dickeren Stoffen, bei zwei Versuchen, welche ich unmittelbar nach einander ausführte, die Temperaturabnahme in der gleichen Zeit beim zweiten Versuch immer eine geringere war als beim ersten. Dieses Ergebnis erklärte ich mir dadurch, dass beim ersten Versuch noch etwas Wärme zur Verdunstung des hygroskopischen Wassers gebunden wurde, und ich halte diese Erklärungsweise auch für richtig, weil nach der Anwendung obiger Vorsichtsmaassregel die erwähnten Unterschiede nicht mehr zum Vorschein kamen.

Was nun die Genauigkeit meines Verfahrens anlangt, so kann ich darüber folgende Angaben machen: Die grösste Differenz, welche sich jemals bei Versuchen mit dem gleichen Stoff ergab, betrug 3,5 %. Wenn ich aber aus der Summe der grössten

Differenzen bei den Versuchen mit je einem Stoff das Mittel ziehe, so berechnet sich als mittlere Differenz für sämmtliche Versuche 1,57 %, so dass ich im allgemeinen sagen kann, die Methode ist auf 1,6 % genau. Eine Genauigkeit, welche als genügend bezeichnet werden kann, wenigstens soweit es sich um relative Werthe handelt.

Da die Versuche mit dem gleichen Stoff unter sich eine so gute Uebereinstimmung zeigten, so war es nicht nöthig, eine grössere Reihe davon anzustellen, und ich begnügte mich daher in der Regel mit 3 Versuchen für jeden Stoff. Nur in seltenen Fällen, wenn etwas grössere Differenzen auftraten, für die keine Erklärung zu finden war, machte ich 4 Versuche.

Dagegen drängte sich schon von Anfang an eine Frage auf, die ich schon hier nicht ganz unerwähnt lassen möchte, obschon ich erst weiter unten näher darauf eingehen werde. Es blieb nämlich zu bedenken, ob denn nicht durch den Umstand, dass die Versuche, namentlich mit verschiedenen Stoffen, nicht bei der gleichen Temperatur ausgeführt wurden, Unterschiede in der Geschwindigkeit der Abkühlung hervorgebracht würden. Denn wenn auch die Temperaturdifferenz zwischen der Aussenluft und dem Wasser im Versuchscylinder bei Beginn der Versuche constant die gleiche war, so war es andererseits doch denkbar, dass bei absolut höheren Temperaturen vielleicht durch vermehrte Wärmestrahlung die Abkühlung rascher vor sich ginge. Um über diesen Punkt in's Klare zu kommen, schob ich zwischen die Versuche mit dem bekleideten Cylinder zahlreiche solche mit dem unbekleideten bei den verschiedenen Temperaturen ein und hoffte dadurch einen Maassstab für den Gang der Abkühlung unter diesen wechselnden Bedingungen zu erhalten, welcher als tertium comparationis beim Vergleich der mit verschiedenen Stoffen und bei verschiedenen Temperaturen ausgeführten Versuche dienen könnte. In wie weit mir dies gelungen ist, werde ich, wie gesagt, weiter unten auseinandersetzen.

Ich gehe nun über zur Mittheilung der erhaltenen Resultate, beschränke mich aber der Kürze halber hier im Texte auf die Angabe der Mittelzahlen, welche ich aus den sämmtlichen Ver-

suchen mit je einem Stoffe berechnete und füge nur in der letzten Columne die grössten Schwankungen in den Ergebnissen der einzelnen Versuche hinzu s. Tabelle 1. Um jedoch für diejenigen, welche sich für diese Arbeit specieller interessiren, ein genaueres Studium und eine Controle zu ermöglichen, werde ich im Anhang (unter I) die Protokolle aller Versuche ausführlich wiedergeben.

Tabelle 1.

	Aussentemperaturen °C [1])	Mittlere Aussentemperatur	Abkühlung um °C. in 40 Minuten	Grösste Schwankungen °C.
Unbekleideter Cylinder	5,2 — 13,9	9,73	10,20	10,0 — 10,4
Leinwand, einfache Lage	10,6 — 10,8	10,7	9,80	9,7 — 9,9
Shirting „ „	7,1 — 8,2	7,7	9,55	9,4 — 9,65
Seidenstoff, „ „	7,0 — 7,2	7,1	9,40	9,35 — 9,5
Flanell, „ „	8,3 — 8,8	8,5	8,33	8,25 — 8,45
Leinwand, doppelte Lage . . .	11,2 — 11,6	11,4	9,40	9,35 — 9,45
Shirting, „ „ . . .	12,9 — 16,4	14,1	8,93	8,85 — 9,0
Seidenstoff, „ „ . . .	11,3 — 11,5	11,4	9,08	9,0 — 9,1
Flanell, „ „ . . .	15,0 — 16,4	15,7	7,25	7,1 — 7,3
Leinwand, siebenfache Lage . .	15,4 — 15,9	15,75	8,37	8,3 — 8,5
Kammgarnstoff [2]) (Sommerstoff) .	4,9 — 5,4	5,1	8,83	8,7 — 8,9
Satin	5,3 — 6,2	5,7	8,55	8,5 — 8,55
Cheviot	5,0 — 5,5	5,3	7,82	7,8 — 7,85
Winterbuckskin	5,1 — 5,6	5,2	7,45	7,4 — 7,5
Winterpaletotstoff	5,1 — 5,4	5,2	6,86	6,8 — 6,9
Glacéhandschuhleder	4,8 — 5,6	5,1	8,22	8,15 — 8,3
Waschleder	6,0 — 6,2	6,1	8,01	7,95 — 8,1
Jäger's Normalwollstoff, dünnerer, nicht angespannt [3])	7,8 — 8,0	7,9	8,65	8,5 — 8,8
Derselbe, etwas mehr gespannt .	7,5 — 7,8	7,6	8,92	8,85 — 9,0
Jäger's Normalwollstoff, dickerer, nicht gespannt	7,6 — 8,4	7,8	8,15	8,05 — 8,2
Hellblaues Militärtuch	6,6 — 7,1	6,9	8,05	7,95 — 8,2
Guttaperchastoff (Regenmantel) .	8,4 — 8,5	8,5	9,7	9,6 — 9,75

1) Die angegebenen Schwankungen der Aussentemperatur beziehen sich nicht auf einen Versuch; denn hierbei waren dieselben, wie schon erwähnt, äusserst gering, sie sollen nur Anhaltspunkte darbieten, innerhalb welcher Temperaturbreiten die einzelnen Versuche mit je einem Stoffe ausgeführt wurden. Die in der nächsten Spalte aufgeführten Zahlen stellen die aus den sämmtlichen zugehörigen Versuchen berechneten arithmetischen Mittel dar.

2) Bei diesem und allen folgenden Stoffen wurde nur eine einfache Lage genommen.

3) Bei der Elasticität der Tricotstoffe ist es nicht möglich, denselben auch nur annähernd die gleiche Spannung beim Ueberziehen über den Cylinder zu geben, wie den anderen festeren Stoffen; ich habe deshalb zwei Versuchsreihen damit angestellt, bei der ersteren umgab der Stoff den Cylinder nur ganz lose, bei der zweiten wurde er etwas mehr angespannt. Der Unterschied drückt sich in den Resultaten deutlich aus.

Wie nach den Untersuchungen von Krieger zu erwarten war, ergeben sich aus der vorstehenden Tabelle nicht unbeträchtliche Differenzen in der Geschwindigkeit der Wärmeabgabe als Folge der Bekleidung mit verschiedenen Stoffen. Ehe wir uns aber mit der Grösse der Unterschiede näher befassen, erscheint es mir nothwendig, vorher die schon oben beregte Frage zu erörtern, ob sich denn die bei ungleichen Aussentemperaturen erhaltenen Werthe direct mit einander vergleichen lassen. Zur Lösung dieser Frage dienen die erwähnten Versuche mit dem unbekleideten Cylinder, bei welchen mit Ausnahme der Temperatur die übrigen Bedingungen die gleichen waren. Herr Prof. Dr. E. Voit der k. technischen Hochschule, welcher mich bei der vorliegenden Arbeit in der liebenswürdigsten Weise mit Rath und That unterstützte, wofür ich ihm meinen verbindlichsten Dank hiermit ausspreche, gab mir eine Gleichung an, mittels deren sich der Wärmedurchgangscoëfficient durch den unbekleideten Cylinder berechnen, und aus deren Ergebnissen sich somit die Wirkungsweise der verschiedenen Temperaturen erkennen lässt. Ich schicke des leichteren Verständnisses halber für weniger geübte Mathematiker die Entwickelung dieser Gleichung voraus.

Die Wärmemenge dW, welche von dem Wasser in einer sehr kurzen Zeit abgegeben wird, während die Temperatur um dt abnimmt, ist gegeben durch die Gleichung

$$dW = -Gsdt, \qquad 1)$$

wobei G das Gewicht des Wassers und s seine specifische Wärme ist.

Die Wärme dW dringt in der kurzen Zeit dz durch die Wandung nach dem Gesetze:

$$dW = KO(t - t_0)\,dz, \qquad 2)$$

wobei K den Wärmedurchgangscoëfficienten, O die abkühlende Oberfläche, t die innere, t_0 die äussere Temperatur bedeutet.

Aus 1 und 2 erhält man:

$$-Gsdt = KO(t - t_0)\,dz \text{ oder } \frac{dt}{t - t_0} = -\frac{KO}{Gs}\,dz$$

und durch Integration

$$\text{log. nat. } (t - t_0) = -\frac{KO}{Gs}\,z + \text{const.}$$

Wenn die Temperatur beim Beginn der Beobachtung für $z = o$, gleich T, am Ende, für $z = z$ gleich t ist, so erhält man:

$$\text{log. nat.}\ \frac{T - t_0}{t - t_0} = \frac{KO}{Gs}\, z \text{ oder}$$

nach K aufgelöst

$$K = \frac{Gs}{Oz}\ \text{log. nat.}\ \frac{T - t_0}{t - t_0} \qquad 3)$$

Berechnet man nun nach Gleichung 3 den Wärmedurchgangscoëfficienten aus den Versuchen mit dem unbekleideten Cylinder (s. Anhang I), so erhält man folgende Werthe, welche die arithmetischen Mittel aus den für die Beobachtungen von 5 zu 5 Minuten berechneten Coëfficienten darstellen (vgl. Anhang II).

$K =$ 0,011641	$K =$ 0,011642	$K =$ 0,011571
0,011600	0,011585	0,011559
0,011628	0,011674	0,011694
0,011791	0,012032	0,011786
0,011594	0,011641	0,012080
0,011604	0,011678	0,011905
0,011591.		

Dabei ist $G = 548$ (Gramm) und $O = 520$ (Quadratcentimeter).

Eine Curve, in welcher vorstehende Werthe aufgetragen sind, erleichtert den Ueberblick.

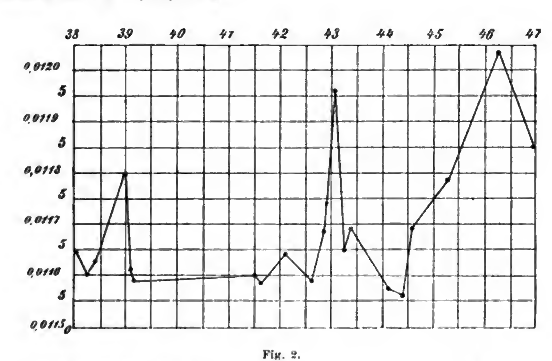


Fig. 2.

Es lässt sich hieraus leicht erkennen, dass ein gesetzmässiger Einfluss der Temperatur, wenigstens innerhalb der gegebenen Breite, sich nicht ausdrückt, und es erscheint daher als das Zweckmässigste, die in der Tabelle 1 aufgeführten Mittelzahlen direct mit einander zu vergleichen. Dies ist in Tabelle 2 geschehen und die in der zweiten Spalte befindlichen Zahlen geben somit die Hemmung der Wärmebewegung durch die bezüglichen Stoffe gegenüber dem unbekleideten Cylinder in Procenten an.

Tabelle 2.

Stoffe	Abkühlung um ° C. in 40 Minuten	Hemmung der Wärmeabgabe in 40 Minuten in Procenten
Unbekleideter Cylinder	10,20	—
Leinwand, einfache Lage	9,80	3,9
Shirting, " "	9,55	6,4
Seidenstoff, " "	9,40	7,9
Flanell, " "	8,33	18,4
Leinwand, doppelte "	9,40	7,9
Shirting, " "	8,93	12,5
Seidenstoff, " "	9,08	11,0
Flanell, " "	7,25	28,9
Leinwand, siebenfache Lage	8,37	18,0
Kammgarnstoff (Sommerstoff)	8,83	13,5
Satin	8,55	16,2
Cheviot	7,82	25,4
Winterbockskin	7,45	27,0
Winterpaletotstoff	6,86	32,8
Glacéhandschuhleder [1])	8,22	19,4
Waschleder [1])	8,01	21,5
Jäger's Normalstoff, dünnerer, nicht gespannt	8,65	15,2
Derselbe etwas mehr gespannt	8,92	12,6
Jäger's Normalstoff, dickerer, nicht gespannt	8,15	20,0
Hellblaues Militärtuch	8,05	21,1
Guttaperchastoff (Regenmantel)	9,70	4,9

Es wurde gleich eingangs bemerkt, dass ich die vorliegende Arbeit zunächst in der Absicht unternahm, um zu untersuchen,

1) Die beiden Ueberzüge für Glacéhandschuh- und Waschleder waren ziemlich weit und es sind daher die gefundenen Zahlen wohl etwas zu hoch.

ob die Methode, deren sich Krieger[1]) bei seinen Versuchen bedient hatte, nicht Fehlerquellen enthielt, welche dazu führten, unrichtige Beobachtungsresultate zu liefern. Es müsste daher jetzt meine Aufgabe sein, Krieger's Ergebnisse mit den meinigen zu vergleichen. Leider ist indessen ein directer Vergleich zunächst schon aus zwei Gründen nicht möglich. Erstlich hatte Krieger seine Metallcylinder unmittelbar mit den Stoffen bezogen, während ich zwischen Metallfläche und Stoff eine Lederschichte einschob, und zweitens fehlen in der Arbeit Krieger's leider jegliche Angaben von Versuchsprotokollen, mittels deren sich vielleicht ein directer Vergleich ermöglichen liesse. Die einzigen Zahlen, welche er anführt, sind mittels einer allerdings angegebenen Gleichung berechnet. Allein da Krieger die Zeiten beobachtete, welche zur Abkühlung um eine bestimmte Zahl von Graden nöthig war, so ist die Gleichung mit Rücksicht hierauf abgeleitet und es haben die Voraussetzungen für dieselbe keine Gültigkeit für meine Versuche, bei welchen die Grösse der Abkühlung in gleichen Zeiten den Gegenstand der Beobachtung bildeten. Es ist daher nicht möglich meine Zahlen in die Krieger'sche Gleichung einzusetzen und darnach zu rechnen. Bei dieser Gelegenheit möchte ich noch einen Punkt nicht ganz unerwähnt lassen. Die Schlussformel Krieger's nämlich ist zwar richtig, jedoch nur unter der Voraussetzung, dass bei den Versuchen Anfangs-, Ende- und Aussentemperatur ganz gleich sind. Inwieweit diese Voraussetzungen bei seinen Versuchen zutreffen, lässt sich nicht entscheiden, weil diesbezügliche Angaben fehlen.

Es ergeben sich indessen noch weitere Differenzpunkte, welche eine Vergleichung unserer Zahlen erschweren. Krieger glaubte, dass es ihm durch Modificationen in der Art der Bekleidung des Cylinders gelungen sei, die Wärmemengen, welche durch Leitung, und jene, welche durch Strahlung abgegeben werden, getrennt zu bestimmen, und er zog aus seinen Untersuchungen den Schluss, dass die Stoffe, welche er in dieser Richtung prüfte: Wolle, Waschleder, Leinwand, Seide und Baumwolle, sich hinsichtlich ihres

1) a. a. O.

Wärmestrahlungsvermögens nicht wesentlich von einander unterscheiden. Er berechnete nur Differenzen von 1—2,5 %. Dagegen schrieb er auf Grund einer Berechnung der Wärmestrahlung einen ganz beträchtlichen Einfluss auf den Wärmeabfluss zu, indem er mehr als 51 % der Gesammtwärmeabgabe von den Stoffen als durch Strahlung bewirkt erklärte. Anders sollte sich die Wärmeleitungsfähigkeit der Stoffe verhalten, die er erheblich verschieden fand, wie die angeführten Zahlen darthun. Gegen diese Trennung der Wärmeabgabe durch Leitung und Strahlung muss jedoch geltend gemacht werden, dass sie nach der Anordnung der Versuche nicht möglich und dass die angestellte Berechnung unrichtig ist. Es lässt sich eben die Wärmemenge, welche durch die Luftbewegung infolge des aufsteigenden Luftstromes entzogen wird, nicht berechnen und nicht trennen von der durch Strahlung abgegebenen. Nach Krieger's wie nach meinen Versuchen lässt sich nur ein allgemeiner Wärmedurchgangscoëfficient bestimmen, welcher einen Ausdruck für die Geschwindigkeit der Wärmebewegung durch den Stoff bildet und das Resultat des Zusammenwirkens der Wärmeabgabe durch Leitung und Strahlung darstellt.

Es ist nun noch ein Factor zu berücksichtigen, welcher bei den Versuchen Krieger's über die Wärmeleitungsfähigkeit der Kleider nicht ohne Einfluss geblieben sein kann. Krieger umhüllte dabei das eine Mal die Blechbüchse dicht anliegend mit einer Lage und ein zweites Mal dieselbe Büchse ebenso dicht mit zwei Lagen des gleichen Stoffes und berechnete nun aus den Abkühlungsgeschwindigkeiten die Wärmeleitungsfähigkeit des betreffenden Stoffes unter der Voraussetzung, dass die Wärmebewegung beim zweiten Versuch nur um die Leitung durch die zweite Stofflage gehemmt sei. Bei dieser Schlussfolgerung ist jedoch ein ganz wesentliches Moment ausser Acht gelassen, nämlich die Luftschicht, welche mit der zweiten Stoffschichte parallel zu ihrer Längsachse eingeführt wird. Während bei dem ersten Versuch die Reihenfolge der Medien, welche die Wärme zu durchlaufen hat, um frei zu werden, folgende ist: Metall, Luft, Stoff, gestaltet sie sich im zweiten Versuch wie folgt: Metall,

Luft, Stoff, Luft, Stoff. Es wird im weiteren Verlauf dieser Arbeit die grosse Bedeutung der Luft für die Wärmebewegung in den Kleidern klar werden, hier mag es genügen, darauf hinzuweisen, dass die Einschaltung einer Luftschicht, wenn sie auch noch so gering ist, für das Ergebnis der Versuche keineswegs gleichgültig sein kann.

Ich habe, wie aus dem Vorhergehenden ersichtlich ist, keine Rücksicht darauf genommen, ob die Wärmeabgabe auf dem Wege durch Leitung oder Strahlung erfolgt, bzw. welchen Antheil jede derselben auf das Gesammtresultat hat, sondern lediglich zu bestimmen gesucht, in welchem Grade die Wärmeabgabe durch die einzelnen Stoffe beeinflusst wird.

Ich glaube durch die vorausgehenden Auseinandersetzungen den Nachweis erbracht zu haben, dass einerseits die Zahlen Krieger's für das relative Wärmeleitungsvermögen der Kleidungsstoffe nicht unanfechtbar sind, namentlich insofern sie nur als Ausdruck der Leitungsfähigkeit gelten sollen, und dass andererseits ein directer Vergleich seiner und meiner Versuchsergebnisse nicht angängig ist.

Wenn ich trotzdem unsere Zahlen einander gegenüberstelle, so geschieht dies theils deshalb, weil die Krieger'schen Angaben bis jetzt als die einzigen vorhandenen allgemeine Geltung hatten als Maassstab des Wärmeleitungsvermögens der verschiedenen Stoffe, welche zur Bekleidung dienen, vornehmlich aber deshalb, weil sich zwischen ihnen und den von mir gefundenen Werthen eine annähernde Uebereinstimmung nicht verkennen lässt (s. Tabelle 3).

Tabelle 3.

	Krieger	Schuster
Dünner Seidenzeug	3	—
Guttaperchatuch	4	4,9
Shirting	5	6,4
Leinwand	5	3,9
Dickerer Seidenzeug	6	7,9
Waschleder	10—12	21,5
Flanell	14	18,4
Sommerbockskin	12	16,2 (Satin)
Winterbockskin	16—26	27,0
Doppelstoff	25—31	32,8

Diese Uebereinstimmung ist gewiss eine ganz gute; denn die vorhandenen Unterschiede lassen sich durch die verschiedene Qualität der von Krieger und mir zu den Versuchen verwendeten Stoffe genügend erklären. Eine beträchtlichere Differenz zeigt sich überhaupt nur hinsichtlich des Waschleders, was gewiss darin zu suchen ist, dass mein Waschlederüberzug ziemlich weit war und daher dem Cylinder nicht ganz straff anlag.

Angesichts der grossen Annäherung unserer beiderseitigen Versuchsergebnisse entsteht nun doch die Frage, ob man nicht berechtigt sei, trotz der Unzulässigkeit eines weiter gehenden Vergleiches aus dieser Uebereinstimmung einen allgemeinen Schluss zu ziehen. Ich glaube diese Frage bejahen zu dürfen, wenigstens speciell für die Consequenz, welche ich daraus herleiten möchte und die sich durch den Satz ausdrücken lässt, dass in der vorhandenen Uebereinstimmung der gefundenen Werthe ein Beweis liegt, dass die Zahlen Krieger's nicht als reine Leitungswerthe betrachtet werden können, sondern eben auch nur als der Ausdruck der Hemmung der Wärmeabgabe von einem Körper durch in den Weg gelegte Kleidungsstoffe.

Lässt man diese Anschauung gelten, und ich glaube, dass dieselbe eine Berechtigung hat, so folgt nun weiter daraus, dass die Wärmestrahlung nicht den grossen Antheil an der Wärmeabgabe hat, welchen ihr Krieger vindicirt. Denn, wenn er auch die Abgabe von Wärme durch Strahlung bei seiner Versuchsanordnung zur Eruirung des Leitungsvermögens nicht ganz ausgeschlossen hat, so war sie doch erheblich herabgesetzt. Im Gegensatz hierzu war bei meinen Versuchen die Ausstrahlung eine ganz ungehinderte und trotzdem erhielten wir ungefähr die gleiche procentische Hemmung der Wärmeabgabe, ja meine Zahlen dafür sind fast durchweg noch höher als die Krieger's.

Leider ist es zur Zeit nicht möglich, den Antheil, welche Leitung und Strahlung, jede für sich, an der Gesammtwärmeabgabe nehmen, auch nur annähernd quantitativ anzugeben; denn es existiren darüber noch keine exacten Versuche. Die Schwierigkeiten, welche sich einer getrennten Bestimmung der Wärmemenge, welche durch Strahlung abgegeben wird, von jener, welche

durch Leitung abfliesst, entgegenstellen, sind ziemlich grosse, und die Versuche erfordern sehr complicirte Apparate. Für die Praxis ist es allerdings zunächst von geringerem Belang, dieses Verhältnis genauer zu kennen; hier handelt es sich doch vornehmlich um die Kenntnis der relativen Grösse der Widerstände, welche die Kleidungsstoffe der gesammten Wärmeabgabe in den Weg legen, aber für die Wissenschaft genügt ein derartiger Standpunkt nicht, und es müssen daher diesbezügliche Untersuchungen mit der Zeit noch ausgeführt werden. Ich habe es auf etwas andere Weise als Krieger versucht, die Grösse der Wärmestrahlung von den einzelnen Stoffen zu bestimmen, allein meine Methode leidet gleichfalls an dem schon oben bezeichneten Fehler, dass die im einzelnen Falle von dem aufsteigenden Luftstrom abgeführte Wärmemenge nicht gemessen werden kann. Es mag mir vielleicht gestattet sein, meine Versuchsanordnung kurz zu schildern, um Andere davon abzuhalten, dass sie den gleichen Weg einschlagen; auf die Mittheilung der erhaltenen Resultate verzichte ich jedoch selbstverständlich. Mein Plan war der, durch Herstellung einer möglichst gleich grossen Oberfläche des wärmeabgebenden Körpers vergleichbare Verhältnisse für die Strahlung zu erhalten, nachdem schon die Versuche von Melloni gezeigt hatten, dass ein mit Flanell überzogenes Metallgefäss sich, offenbar infolge der vergrösserten Oberfläche, rascher abkühlt, als ein unbekleidetes (allerdings nur, wenn der Ueberzug dem Metall dicht anliegt, so dass eine directe Berührung stattfindet)[1]. Es sollte dann die verschieden grosse Abkühlungsgeschwindigkeit der Effect der verschiedenen Oberflächenbeschaffenheit resp. Strahlung sein. Die Versuchsanordnung war folgende: Ein blanker Metallcylinder wurde mit einem dreifachen Flanellüberzug versehen zu dem Zwecke, um eine solche Vergrösserung der Oberfläche zu erhalten, dass das Ueberziehen einer weiteren Lage von Stoff etc. über diesen dreifachen Flanell hinsichtlich der Oberflächenvergrösserung verhältnismässig wenig in's Gewicht fiel. Ueber den Flanell wurde nun abwechselnd je eine einfache Lage des zu

1) S. John Tyndall, Die Wärme etc. Deutsche Ausgabe von Helmholtz und Wiedemann. Braunschweig, Vieweg u. Sohn 1875 3. Aufl. S. 345.

prüfenden Stoffes oder ein dünner Metallüberzug gebracht und dann die Abkühlung wie bei den früher beschriebenen Versuchen beobachtet. Der Metallüberzug bestand aus Kupferblech, welches genau nach der Form des Cylinders gebogen war und so stark federte, dass es sich dicht an den Flanell anlegte. Die Aussenfläche des Kupferbleches war versilbert und polirt.

Darüber, wie sich die Grösse der Wärmeausstrahlung der verschiedenen Stoffe, die wir nach der Ungleichartigkeit der Oberflächenbeschaffenheit derselben theoretisch annehmen müssen, gegenüber der Hemmung der Wärmeabgabe durch die Widerstände, welche die schlechte Leitungsfähigkeit bewirkt, verhält, lässt sich, wie ich glaube, zur Zeit nur aus der praktischen Erfahrung ein allgemeines Urtheil dahin fällen, dass die Leitungswiderstände das ausschlaggebende Moment sind. Wenn nämlich die Leitungsfähigkeit der Stoffe durch einen grösseren Gehalt derselben an hygroskopischem Wasser erhöht ist, z. B. bei kaltem und feuchtem Wetter, so fühlen wir die Kälte viel empfindlicher, als bei schwächerer Leitung bei kaltem und trockenem Wetter. Andererseits aber schützen wir uns vor der Kälte dadurch, dass wir dicke Stoffe, Mäntel, über unsere Kleider anziehen. Trotzdem nun dadurch die Grösse der strahlenden Fläche beträchtlich vermehrt wird und damit auch die Strahlung wächst, so wird diese letztere durch die eingelegten Leitungswiderstände nicht nur compensirt, sondern so in den Hintergrund gedrängt, dass wir kein Kältegefühl empfinden. Für das Uebergewicht der Leitungshindernisse über die vermehrte Strahlung sprechen übrigens auch die Versuche von R. Geigel[1]).

Nach diesen Abschweifungen kehre ich zur Besprechung der Resultate meiner Untersuchungen über die Hemmung der Gesammtwärmeabgabe durch die Kleidung zurück. Tabelle 2 thut dar, dass zwischen den verschiedenen Stoffen in dieser Beziehung nicht unbeträchtliche Differenzen obwalten, zwischen 3,9—32,8 %. Krieger war seinerzeit schon zu ganz ähnlichen Resultaten gelangt, und man hat sich auf Grund seiner Untersuchungen und

1) Archiv f. Hygiene Bd. 2 S. 331.

der daraus gezogenen Schlüsse daran gewöhnt anzunehmen, dass diese Unterschiede ihren Grund in der verschiedenen Leitungsfähigkeit der Stoffe für Wärme haben. Schon dieser Schluss ist nicht a priori gerechtfertigt, weil dabei die verschiedene Dicke der Stoffe, welche zu den Versuchen genommen wurden, ausser Acht gelassen ist. Die Betrachtung der gefundenen Werthe unter Berücksichtigung dieses Moments lässt ohne Weiteres erkennen, dass mit zunehmender Dicke der Stoffe eine Verzögerung der Abkühlung zu Tage tritt, eine Erscheinung, die ja nach physikalischen Gesetzen selbstverständlich ist. Man ging jedoch noch weiter und folgerte, dass die verschiedene Leitungsfähigkeit der Stoffe auf einem verschiedenen specifischen Leitungsvermögen der Rohmaterialien beruhe, aus welchen die Stoffe hergestellt sind. Man sagte: Wolle leite die Wärme wesentlich schlechter als Flachs, Baumwolle und Seide. Mir scheint es, dass diese Consequenz ohne Weiteres nicht gestattet sei, denn die Gewebe können ja sehr wohl hinsichtlich des Widerstandes, den sie dem Wärmedurchgang darbieten, ein ganz anderes Verhalten zeigen als die Rohstoffe. Wenn man nämlich ganz davon absieht, dass wir es hier nicht mit einer compacten durch und durch gleichmässigen Masse zu thun haben, sondern mit Körpern, die sehr porös sind und relativ grosse Mengen von Luft enthalten, welche einerseits ein ausserordentlich schlechter Wärmeleiter ist, und andererseits infolge ihrer grossen Beweglichkeit in einem Stoff bezüglich seines Verhaltens der Wärme gegenüber ganz verschiedene Wirkungen hervorbringt, je nachdem die Wege sind, welche sie durch denselben nimmt — und diese sind in den Geweben gewiss vielfach andere, als in den Rohstoffen — so deutet das Verhalten anderer Körper schon darauf hin, dass wir mit der aprioristischen Annahme eines analogen Verhaltens der Wärmeleitungsfähigkeit zwischen Geweben und Rohmaterialien sehr vorsichtig sein müssen. Man braucht sich nur daran zu erinnern, dass nach den Versuchen von Tyndall[1]), welche de la Rive und de Candolle bestätigt haben, die Leitungsfähigkeit der Hölzer eine ganz ver-

1) Tyndall, Die Wärme etc. Deutsche Ausgabe. Braunschweig, Vieweg u. Sohn 1875 3. Aufl. S. 268.

schiedene ist, je nachdem die Wärme in der Richtung der Faser oder rechtwinkelig zu derselben sie durchdringt, oder dass Pulver die Wärme viel schlechter leiten als Krystalle derselben Substanz. Ebenso könnte es ja bei Geweben und Rohstoffen auch sein. Ueber die Verhältnisse des Wärmedurchganges durch pflanzliche und thierische Rohstoffe finden sich aber bis jetzt in der Literatur nur wenige auf Untersuchungen gestützte Angaben. Der erste, welcher derartige Substanzen untersuchte, war Rumford[1]. Er befolgte dabei nachstehende Methode: Ein Quecksilberthermometer wurde in der Achse einer cylindrischen Glasröhre, welche mit einer Kugel endigte, aufgehängt, so dass der Mittelpunkt der Thermometerkugel in die Mitte der Glaskugel zu hängen kam. Der Zwischenraum zwischen der inneren Fläche der ersteren und der letzteren wurde mit der Substanz angefüllt, deren Leitungsvermögen untersucht werden sollte. Das Instrument wurde in kochendem Wasser erwärmt, hierauf in eine Kältemischung von gestossenem Eis und Salz getaucht, und alsdann wurde die Zeitdauer beobachtet, welche die Substanz bedurfte, um sich um 135 ° F. abzukühlen. Die folgende Tabelle gibt diese Zeitdauer an:

	Secunden
Gedrehte Seide	917
Feiner Flachs	1032
Baumwolle	1046
Schafwolle	1118
Taffet	1169
Rohe Seide	1264
Biberfell	1296
Eiderdunen	1305
Haasenhaar	1312
Holzasche	927
Kohle	937
Lampenruss	1117

Bemerkenswerth ist hier unter Anderem der Unterschied zwischen der rohen und der gedrehten Seide für die Erkenntnis

1) Tyndall a. a. O. S. 275 u. f.

des wesentlichen Einflusses, welchen der mechanische Zustand eines Körpers auf dessen Fähigkeit die Wärme zu leiten ausübt.

In neuerer Zeit hat Schuhmeister[1]) die Leitungsfähigkeit von Baumwolle, Schafwolle und Seide geprüft. Der Apparat, dessen er sich bediente, war derselbe, welchen Stefan[2]) bei seinen Versuchen über das Wärmeleitungsvermögen der Gase angewendet hat. Er besteht aus zwei in einander steckenden Messingcylindern von verschiedener Grösse. Der innere Cylinder dient als Luftthermometer, und es ist zu diesem Zwecke in die Mitte der oberen Basis ein doppelt gebogenes Glasrohr eingesetzt, s. Fig. 3, dessen Ende in Quecksilber tauchte und welches somit als Manometer diente, um den Druck der Luft im inneren Cylinder zu bestimmen. In den Zwischenraum zwischen beiden Cylindern wurden bei den Schuhmeister'schen Versuchen die zu untersuchenden Substanzen gebracht. Zu den Versuchen wird der Apparat, der durch seine ganze Masse die gleiche Temperatur haben muss, so weit in ein mit Schnee und Wasser angefülltes Gefäss getaucht, dass derselbe und noch ein Theil der Glasröhre sich in der Schneemischung befindet.

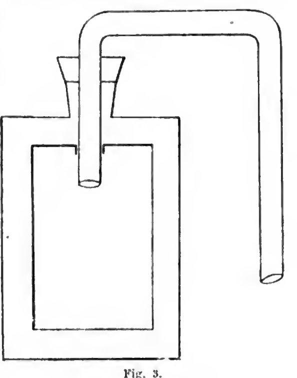


Fig. 3.
Verticaler Durchschnitt

Der äussere Cylinder nimmt in sehr kurzer Zeit die Temperatur 0 an und entzieht den Stoffen, welche den Zwischenraum ausfüllen, Wärme, dadurch wird dem inneren Cylinder Wärme entzogen und seine Temperatur sinkt allmählich. Man beobachtet den Gang der Temperatur an den im Manometer aufsteigenden Quecksilber, dessen Ansteigen

1) Sitzungsberichte der k. Akademie der Wissenschaften in Wien. Math.-naturw. Klasse 1877 Bd. 76 2. Abth. S. 283.

2) Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissenschaften in Wien 1872 Bd. 65.

man entweder mit einer an dem Manometer angebrachten Scala oder mit dem Kathetometer verfolgt.

Auf Grund der angestellten Versuche berechnete nun Schuhmeister, dass, wenn man das Wärmeleitungsvermögen der Luft = 1 setzt, im Mittel jenes der

Baumwolle = 37
Schafwolle = 12
Seide = 11

ist, welche Zahlen, wie er beisetzt, natürlich nur Näherungswerthe darstellen. Zu bemerken ist noch hinsichtlich der Qualität der Stoffe, welche Schuhmeister anwendete, dass Baumwolle und Wolle unverarbeitet waren und zwar die letztere gewaschene Merinowolle; die Seide wurde in dem Zustand als Coconfaden genommen. Die Stoffe wurden immer vorerst zerzupft und in dieser Art in den Apparat eingeführt.

Die Ergebnisse der Untersuchungen von Rumford und Schuhmeister lassen sich nur ganz im allgemeinen vergleichen, allein doch genügend, um constatiren zu können, dass die Reihenfolge für das Leitungsvermögen von Baumwolle, Schafwolle und Seide in den Zusammenstellungen beider die gleiche ist. Seide erscheint beiderseits als der schlechteste Leiter, Baumwolle als der relativ beste. Es ist nun zwar keine der beiden Methoden, welche die genannten Forscher anwendeten, einwurfsfrei, denn auch bei jener von Schuhmeister können Strömungen der Luft zwischen den Fasern der untersuchten Substanzen Versuchsfehler bedingen, so viel kann aber aus der Uebereinstimmung der Resultate doch mit Wahrscheinlichkeit geschlossen werden, dass das gefundene relative Verhältnis der Leitungsfähigkeit der Wahrheit, wenigstens was die Reihenfolge anlangt, entspricht. Damit ist aber die Richtigkeit des oben aufgestellten Satzes, dass wir aus dem Verhalten der Gewebe gegenüber dem Wärmedurchgang nicht berechtigt sind auf jenes der entsprechenden Rohstoffe zu schliessen, erwiesen. Denn gerade Seide würde sonst nach Kriegers und meinen Untersuchungen eine viel grössere Durchgängigkeit für Wärme besitzen müssen als Wolle.

Es ist schon oben bemerkt worden, dass man bisher allgemein die Werthe, welche Krieger angegeben hatte, als einen Ausdruck für die Grösse des relativen Leitungsvermögens der Stoffe annahm, ohne weiter auf deren Dicke Rücksicht zu nehmen. Die Widerstände für den Wärmedurchgang müssen aber natürlich unter sonst gleichen Verhältnissen mit der Dicke der Schichte wachsen, und wir können somit nicht sagen, Flanell sei ein schlechterer Wärmeleiter als Leinwand, wenn nicht Versuche mit gleich dicken Schichten dies Ergebnis in der That geliefert haben. Thatsächlich sind nun aber Wollstoffe in der Regel dicker als Baumwollstoffe oder Leinwand, wenigstens wenn man Flanell, Shirting und Leinwand als deren Repräsentanten annimmt. Ich kenne allerdings die Qualität dieser Stoffe, wie sie Krieger angewendet hat, nicht, allein aus der Uebereinstimmung unserer Ergebnisse glaube ich annehmen zu dürfen, dass sie bezüglich der Dickenverhältnisse meinen ähnlich waren und bei meinen Untersuchungen war Flanell zweifellos dicker als Shirting und Leinwand. Deshalb ist es meiner Meinung nach unrichtig, aus den Krieger'schen Versuchen die angeführte Annahme direct abzuleiten.

Ich habe mich, um über den Einfluss der Dicke in's Klare zu kommen, bemüht, durch Versuche das thatsächliche relative Verhältnis des Wärmedurchlassungsvermögens von Geweben aus Flachs, Baumwolle, Schafwolle und Seide, nämlich Leinwand, Shirting, Flanell und Seidenzeug, sog. Marcelline, zu ermitteln, indem ich gleich dicke Schichten derselben prüfte. Die hierbei benützte Methode war im wesentlichen dieselbe, deren sich Schuhmeister s. o. S. 27 bedient hatte, nur war der Apparat etwas modificirt. Der innere Cylinder hatte eine Höhe von 20 cm und einen Durchmesser von 3,0 cm, die entsprechenden Maasse des äusseren Cylinders waren 24 und 7,0 cm. Die Dimensionen waren so genommen, dass bei den Versuchen der innere Cylinder durch eine nach allen Richtungen genau 2 cm dicke Stoffschichte von dem äusseren getrennt werden konnte. Um dies zu erreichen, wurde von einem Stoff so viel auf den kleinen Cylinder fest aufgerollt, bis die Schichte eben 2 cm dick war und somit nach dem

Einbringen in den äusseren Cylinder dessen Wand fest anlag. Mittels eines scharfen Messers wurde dann der Stoff unten und oben genau in der Höhe des Cylinders abgeschnitten. Hierauf wurde auf den Boden des äusseren Cylinders eine aus auf einander gelegten kreisrunden Stücken des Stoffes hergestellte Schichte von 2 cm Höhe gebracht und darauf der umwickelte innere Cylinder in den äusseren eingeschoben; es blieb dann oben noch ein 2 cm hoher Raum übrig, welcher in der gleichen Weise wie der untere mit Stoff gefüllt wurde. Der innere Cylinder hatte oben eine Oeffnung, welche mit einem durchbohrten Kautschukstopfen verschlossen war, durch welchen ein Thermometer eingeführt wurde, das genau in die Bohrung passte und in dem Deckel des äusseren Cylinders unverrückbar eingekittet war. Die Stofflagen im oberen Raum waren selbstverständlich mit einem Ausschnitt zum Durchlassen des Thermometers versehen. Der äussere Cylinder trug an seinem oberen Ende einen Rand, auf welchen der Deckel mittels Klemmschrauben wasserdicht aufgeschraubt wurde.

Der ganze Apparat wurde dann in ein Wasserbad mit einer constanten Temperatur von 20° C. gebracht. Wenn der Apparat durch und durch die gleiche Temperatur angenommen hatte, was daraus ersichtlich war, dass das Thermometer in seinem Inneren 20° anzeigte, wurde er in ein mit Schnee und Wasser gefülltes Gefäss getaucht, so dass er vollständig in der Schneemischung steckte und nun der Gang der Abkühlung durch Ablesen des Thermometers von 10 zu 10 Minuten beobachtet.

Der wesentlichste Unterschied zwischen meiner Versuchsanordnung und der von Schuhmeister liegt darin, dass Schuhmeister den inneren Cylinder als Luftthermometer benützte, während ich meine Beobachtungen an einem Quecksilberthermometer anstellte, dessen Kugel in dem Hohlraum des inneren Cylinders steckte. Ich wollte mir auf diese Weise das schwierige und zeitraubende Calibriren der in das Quecksilber eintauchenden Glasröhre, welches für die Methode Schuhmeister's unbedingt nothwendig ist, ersparen, allein ich habe leider, wie ich mich nachträglich erst überzeugte, was ich hier aber gleich constatiren

möchte, durch die Anwendung des Quecksilberthermometers eine Fehlerquelle eingeführt, deren Tragweite sich nicht bemessen lässt, und es müssen dadurch die Versuche wesentlich an Brauchbarkeit verlieren. Während man nämlich bei Verwendung des inneren Cylinderhohlraumes als Luftthermometer in jedem Momente einen genauen Ausdruck der mittleren Temperatur im inneren Cylinder erhält, gestaltet sich die Sache bei dem Quecksilberthermometer wesentlich anders. Erstlich treten in dem Hohlraum, in welchem die Thermometerkugel steckt, infolge der ungleichmässigen Temperaturvertheilung — die der Wand des Cylinders anliegenden Luftschichten müssen immer kälter sein als die weiter innen befindlichen — Luftströmungen auf, die in verschiedenem Sinne auf die Contraction des Quecksilbers einwirken, sie verlangsamen oder beschleunigen können, so dass man nie sicher ist, dass die abgelesenen Grade auch der mittleren Temperatur des Raumes thatsächlich entsprechen. Zweitens aber vergeht immer eine gewisse Zeit bis sich das Quecksilber auf den der Temperatur entsprechenden Grad zusammenzieht; das Thermometer hält nicht gleichen Schritt mit der Abkühlung, sondern es hinkt nach. Dadurch wird gleichfalls eine genaue Kenntnis des jeweiligen Standes der Temperatur verhindert und der daraus entstehende Fehler muss um so grösser werden, je rascher die Abkühlung vor sich geht und je grösser die Quecksilbermenge im Thermometer ist.

Mit dem beschriebenen Apparate habe ich nun eine Reihe von Versuchen angestellt, theils mit Kleidungsstoffen, theils auch zur eigenen weiteren Orientirung, mit einigen anderen Substanzen. Trotz der eben erwähnten Mangelhaftigkeit der Methode, welche den Werth der Untersuchungen von vornherein zweifelhaft erscheinen lässt, will ich mit der Mittheilung der erhaltenen Resultate nicht zurückhalten, weil dieselben, wie sich zeigen wird, doch in bestimmter Richtung ein gewisses Interesse bieten. Die Schlussergebnisse sind in Tabelle 4 zusammengestellt, während die ausführliche Wiedergabe der Versuchsprotokolle im Anhang unter III erfolgt.

Tabelle 4.

Stoffe	Gewicht in g	Temperatur-abnahme um °C. in 60 Minuten
Seidenzeug	432,1	12,8
Flanell	174,5	15,35
Shirting	388,1	17,2
Leinwand	506,1	17,1
Weiches Holz (Fichte) der Faser nach	—	17,3
Hartes Holz (Buche) rechtwinkelig zur Faser	—	17,9
„ „ „ der Faser nach	—	18,0
Drehspähne von hartem Holz, ganz lose eingefüllt	—	18,4
Lockere Watte	—	18,6
Watte, fest zusammengepresst	—	18,8
Luft	—	18,65
Blei	—	18,9 (30 Min.)

Bei Holz und Blei war die Anordnung folgendermaassen: Ich liess mir davon cylindrische Stücke anfertigen von der Grösse, dass sie die Höhle des äusseren Cylinders genau ausfüllten. In ihrer Längsachse war eine cylindrische Höhlung ausgebohrt, welche den inneren Cylinder so in sich fasste, dass nur oben noch ein 2 cm hoher Raum übrig blieb. Die Bohrung durchsetzte nicht den ganzen Holz- oder Bleicylinder, sondern reichte nur so tief, dass unten ein 2 cm dickes Stück massiv blieb. Der obere Raum wurde bei diesen Versuchen mit einem durchbohrten Kork ausgefüllt für den Durchtritt des Thermometers.

Bei den Versuchen mit Luft blieb der Raum zwischen beiden Cylindern leer, und es wurde nur dafür gesorgt, dass der Abstand überall 2 cm betrug.

Aus Tabelle 4 würde sich ergeben, dass das Wärmeleitungsvermögen für alle untersuchten Stoffe mit Ausnahme von Seidenzeug, Flanell und Blei nur wenig verschieden wäre und demjenigen der Luft nahe käme. Nur die beiden ersten der genannten Stoffe sollten wesentlich schlechter leiten, Blei dagegen etwa doppelt so gut als Luft. Vor Allem das letztere Ergebnis widerspricht

aber allen unseren Erfahrungen und Kenntnissen, nach welchen Luft einer der schlechtesten Wärmeleiter ist, in hohem Grade. Zufolge früheren Untersuchungen würde nämlich Blei ungefähr 1300 mal besser leiten als Luft.

Ich habe oben schon einer Fehlerquelle gedacht, die diesen Versuchen innewohnt, allein ich trage doch Bedenken, die Ursache dieses Ausfallens meiner Versuche in der erwähnten fehlerhaften Anordnung allein zu suchen. Es müssen hierbei noch andere Factoren mitgewirkt haben.

Für die Versuche mit Luft kann es wohl keinem Zweifel unterliegen, dass die gefundenen Werthe viel zu hoch sind. Hier müssen unbedingt Luftströmungen in dem Zwischenraum zwischen beiden Cylindern, hervorgerufen durch die verschiedene Dichtigkeit und Schwere der verschieden warmen Luftschichten, die Schuld der falschen Resultate tragen, vielleicht auch theilweise die directe Wärmestrahlung von einer Metallfläche zur anderen. Dass diese Momente, wenigstens das erstere, bei den Versuchen von Stefan über die Wärmeleitung von Gasen nicht gleichfalls störend eingewirkt haben, oder doch nur in einem Grade, der gegenüber dem bei meinen Versuchen ausgeübten Effect gänzlich verschwindet, obgleich mein Apparat jenem von Stefan im Princip vollkommen nachgebildet war, rührt sicherlich daher, dass die Dimensionen meines Apparates bedeutend grösser waren und so das Zustandekommen von Luftströmungen wesentlich erleichtert war.

Meine Versuche mit Luft sind somit auf alle Fälle nicht zu verwerthen und es frägt sich nun weiter, ob vielleicht die übrigen Versuche, bei dem Wegfall der zuletzt erwähnten, den beabsichtigten Zweck der Untersuchung durchkreuzenden Einflüsse, als Maass für das relative innere Leitungsvermögen [1]) der Stoffe sich verwenden lassen. Sind schon die Endergebnisse insoferne unwahrscheinlich, als sich aus denselben ergeben würde, dass die Kleidungsstoffe die Wärme nur wenig schlechter leiten, als Blei,

1) Wenn ich im Folgenden öfter das Wort »Leitungsvermögen« gebrauche, so ist damit immer das Verhalten der Stoffe zum Durchgang der Wärme gemeint, welcher allerdings nicht bloss durch Leitung erfolgt. Obige Bezeichnung ist nur der Kürze des Ausdrucks wegen gewählt.

so treten bei näherer Betrachtung der ausführlichen Versuchsprotokolle (s. Anhang unter III) neue Schwierigkeiten zu Tage. Es zeigt sich nämlich hierbei, dass der Gang der Abkühlung bei den verschiedenen Stoffen in den gleichen Zeitabschnitten keineswegs analog verläuft. Die Folge davon ist, dass man ganz verschiedene Verhältniszahlen erhält, je nachdem man eine kürzere oder längere Beobachtungszeit mit einander vergleicht. Die folgenden Tabellen und Curven dürften dieses Verhalten genügend illustriren. Ich beschränke mich darin auf die uns hier zumeist interessirenden Stoffe.

Durchschnittliche Temperaturabnahme um Grade C.

	bei Leinwand	bei Shirting	bei Flanell	bei Seidenzeug	bei Watte, locker	bei Watte, gepresst	bei Blei
Während der ersten 10 Minuten	0,8	1,0	0,9	0,3	4,3	3,5	11,1
„ „ zweiten 10 „	3,7	4,1	3,3	1,7	5,5	6,05	5,6
„ „ dritten 10 „	4,5	4,4	3,8	2,9	3,8	4,2	1,2
„ „ vierten 10 „	3,6	3,5	3,1	3,1	2,5	2,6	—
„ „ fünften 10 „	2,6	2,5	2,4	2,6	1,55	1,6	—
„ „ sechsten 10 „	1,8	1,65	1,8	2,2	1,0	0,9	—

Trägt man diese Werthe als Curven auf, so erhält man ein deutliches Bild des Ganges der Abkühlung bei den einzelnen Stoffen und von deren Verhältnis zu einander. (S. S. 35.)

Wie man sieht, ist der Verlauf der Curven in den gleichen Zeitabschnitten ein ganz ungleichartiger, mehr oder weniger steiler, so dass nicht selten Kreuzungen vorkommen. Demgemäss müssen bei einem Vergleich der Geschwindigkeit der Abkühlung ganz verschiedene Verhältniszahlen auftreten, wenn man Beobachtungszeiten vergleicht, welche absolut verschieden lang, unter sich aber gleich sind. Nimmt man z. B. Seidenzeug und Blei, so verhält sich die Geschwindigkeit der Temperaturabnahme nach den ersten 10 Minuten des Versuches wie 0,3 : 11,1 oder wie 1 : 37, nach den dritten 10, also nach 30 Minuten dagegen wie 4,9 : 17,9 oder wie 1 : 3,65; mithin ein um das Zehnfache ver-

schiedenes Verhältnis. Aehnlich gestalten sich auch die Verhältnisse beim Vergleich der anderen Stoffe unter sich oder mit Blei und Seidenzeug, nur dass die Unterschiede keine so bedeutenden sind.

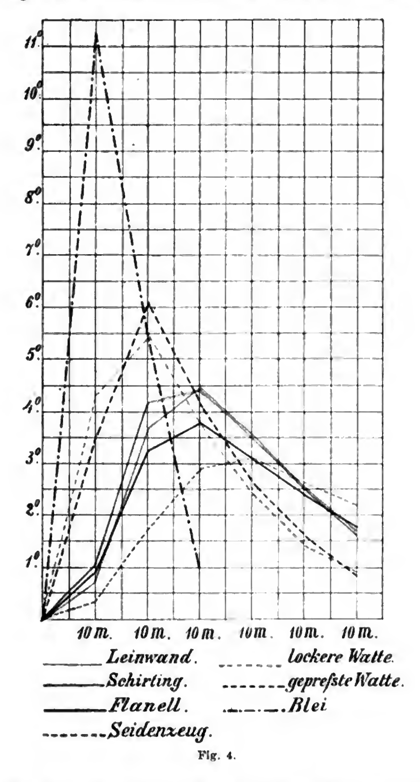


Fig. 4.

Es ist klar, dass unter diesen Umständen von einer Verwerthung dieser Versuche für die Bestimmung des Wärmeleitungs-

vermögens der Stoffe nicht die Rede sein kann. Im höchsten Falle liesse sich aus der Temperaturabnahme und der Zeit, welche verstreicht, bis zur Erreichung der grössten Abkühlungsgeschwindigkeit, also bis der höchste Punkt der Curve gewonnen ist, ein qualitativer Schluss auf die relative Grösse des Leitungsvermögens ziehen. Indessen muss auch dessen Richtigkeit aus einem gleich zu erwähnenden Grunde als zweifelhaft erscheinen.

Frägt man sich nämlich, was die Ursache davon ist, dass die Versuche ein so unerwartetes Ergebnis geliefert haben, so kommt man durch genauere Ueberlegung dazu, den Grund dafür vorzüglich in zwei Momenten zu suchen. Erstlich liegt die Schuld an der Versuchsanordnung: die Temperatur wird nur an einem Punkte gemessen, aber man erhält dadurch keinen Aufschluss über den Stand der Temperatur an anderen Stellen; denn es besteht kein Beharrungszustand, sondern es vollzieht sich ein fortwährender Wechsel in der Temperatur der einzelnen Schichten, über dessen Gang wir nichts wissen. Die Folge hiervon ist bei dem gleichen Körper ein ganz ungleichmässiges Sinken des Thermometers in den einzelnen Zeitabschnitten nach unbekannten Gesetzen. Leitet ein Körper die Wärme gut, so erfolgt gleich anfangs ein rasches Sinken des Thermometers, dessen Geschwindigkeit aber in den folgenden Zeitabschnitten um so geringer wird, je mehr sich die Temperaturdifferenz zwischen dem Innern des Apparates und dem aussen befindlichen Schneewasser verkleinert. Bei einem schlechter leitenden Stoffe dagegen sinkt anfangs das Thermometer nur langsam, dann folgt aber, wie die Versuche lehren, in den folgenden Zeitabschnitten, nicht in gleicher Weise wie oben, eine weitere Verlangsamung, sondern es geht derselben ein kürzeres oder längeres Stadium vorher, während dessen das Absinken wesentlich rascher als gleich zu Anfang vor sich geht, und erst dann lässt sich ein Langsamerwerden erkennen. Dadurch wird es möglich, dass in späteren Zeitabschnitten die Temperaturabnahme, welche durch das Thermometer angezeigt wird, im gleichen Zeitraum bei einem schlecht leitenden Stoff grösser ist, als bei einem gut leitenden. Dies zeigt sich z. B. ganz deutlich, wenn wir die Abnahme der Temperatur in den dritten 10 Minuten

(s. obige Tabelle) vergleichen. In diesem Zeitraum erfolgt bei Blei, das ja zweifellos der beste Wärmeleiter unter den untersuchten Stoffen ist, nur mehr eine Temperaturabnahme um 1,2°, während sie bei allen übrigen viel höher ist. Infolgedessen rücken diese letzteren, wenn man die Gesammtabkühlung seit Beginn des Versuches in's Auge fasst, rascher nach und es müssen sich daher die Verhältniszahlen der gesammten Temperaturabnahme mit der Dauer des Versuches verkleinern. Es ist übrigens gar nicht nothwendig, um diesen Effect zu erreichen, dass, wie im gewählten Beispiele, die absolute Temperaturabnahme bei den schlechten Leitern jene eines besseren überwiegt, dies wird nur bei grossen Differenzen in der Leitungsfähigkeit möglich, es genügt schon eine relative Verschiedenheit, und dass diese in grosser Zahl vorkommen, beweisen der fehlende Parallelismus und die Kreuzungen der Curven.

Möglicherweise übt auch die verschiedene Wärmecapacität der Stoffe einen Einfluss auf den Gang der Versuche aus. Indessen dürfte dieselbe wohl nur bei einem Vergleich zwischen dem Blei und den übrigen Stoffen eine merkliche Wirkung zu Tage fördern. Bei einem Vergleich der anderen Stoffe unter sich wird dies voraussichtlich nicht der Fall sein. Ich wollte hier auch nur dem Gedanken an die Möglichkeit eines Einflusses von dieser Seite her Ausdruck verleihen.

Als zweites Moment, welches bewirken half, dass die Versuche nicht, wie es beabsichtigt war, einen Maassstab für das relative Wärmeleitungsvermögen der untersuchten Stoffe ergeben haben, erscheinen zweifellos die Luftströmungen, welche infolge der Temperaturunterschiede durch die Maschen und Poren der Gewebe ihren Weg nehmen. Es könnte zwar auf den ersten Blick unwahrscheinlich erscheinen, dass eine Bewegung der Luft durch so dicke Schichten fest auf einander liegender Lagen der Gewebe hindurch stattfindet, und ich gestehe, dass mir die Möglichkeit auch nicht recht in den Sinn wollte, bis ich mich durch einen Versuch von der ausserordentlichen Beweglichkeit der Luft durch dicke Gewebsschichten überzeugte. Ich brachte 1½ cm dicke Schichten von Leinwand oder Shirting zwischen zwei

Metallplatten, welche fest auf einander geschraubt wurden. Jede dieser Platten hatte in der Mitte ein rundes Loch. Auf die Oeffnung der einen Platte war eine kurze Metallröhre von dem gleichen Durchmesser im Lichten aufgelöthet. Wenn ich nun in die Röhre hineinblies, so trat die Luft noch mit einer solchen Geschwindigkeit durch die 1½ cm dicke Gewebsschichte hindurch, dass ich mit der vor die Oeffnung der anderen Platte gehaltenen Hand den Luftzug fühlte. Es hat dieses Experiment eigentlich nichts Ueberraschendes, wenn man sich erinnert, dass es möglich ist durch einen Ziegelstein hindurch ein Licht auszublasen, wie ein beliebtes Vorlesungsexperiment beweist.

Die Luftströme durch die Gewebe hindurch führen dem inneren Cylinder und dem darin befindlichen Thermometer viel rascher Kälte zu, als dies der Fall wäre, wenn nur das Wärmeleitungsvermögen der Stoffe allein die Vermittelung besorgen würde. Allein der Zweck, diese letztere für sich zu bestimmen, wird vereitelt, weil unbekannt ist, ein wie grosser Antheil des Gesammteffectes auf jeden der beiden Factoren entfällt. Die Störungen durch die in den Stoffen befindliche Luft hätten gewiss vorhergesehen werden können, allein man vergisst nur zu leicht, dass die Gewebe keine homogenen nur aus einer Masse bestehenden Körper, sondern dass sie in hohem Grade porös, lufthaltig und permeabel für Luft sind und die Nichtbeachtung dieser Thatsache hat sich in den Resultaten der Versuche gerächt. Ich zögere nicht, diesen Fehler offen zu bekennen; denn ich habe die vorstehenden Versuche nur in der Absicht mitgetheilt, um zu zeigen, welche Schwierigkeiten derartigen Untersuchungen innewohnen und wie leicht es ist, auf Irrwege zu gerathen und unter Umständen Täuschungen zum Opfer zu fallen, zugleich aber auch um Andere abzuhalten, den von mir erfolglos betretenen Weg ebenfalls zu versuchen.

Nachdem so die Versuche nur zu dem einen positiven Resultat geführt hatten, dass ein Vorgehen in dieser Weise nicht zu dem gewünschten Ziele führte, schlug mir Herr Professor Dr. E. Voit vor, zum Zwecke einer ganz allgemeinen Orientirung Versuche anzustellen, bei welchen die Luft aus den Stoffen zuerst durch

eine schwer bewegliche Flüssigkeit verdrängt und die Stoffe dann erst zwischen beide Cylinder gebracht würden. Der am nächsten gelegene Gedanke wäre allerdings der, die Luft aus dem Apparat auszupumpen und dann mit den luftleeren Stoffen Untersuchungen zu machen, allein der Ausführung dieses Gedankens steht die Unmöglichkeit entgegen, die Luft vollständig zu entfernen. Der zurückbleibende Theil würde aber eine ausserordentliche Verdünnung erfahren, und dadurch so sehr an Beweglichkeit gewinnen, dass voraussichtlich die infolgedessen verursachten intensiveren Luftströmungen die sonstigen Vortheile des Verfahrens aufwiegen würden. Ich ergriff daher obige Idee des Herrn Professors Voit. Als eine sehr geeignete Flüssigkeit erschien eine concentrirte Leimlösung. In eine solche wurden die Stoffe bei einer Temperatur, bei welcher die Lösung flüssig war, zur Austreibung der Luft eingelegt und, wenn sie vollkommen durchtränkt waren, auf den inneren Cylinder aufgewickelt und in den Zwischenraum zwischen beide Cylinder gebracht. Beim Erkalten erstarrte die Gelatine; es konnten somit keine Strömungen von Flüssigkeit stattfinden und auch noch etwa vorhandene Luftbläschen waren so eingeschlossen, dass sie sich nicht von der Stelle bewegen konnten. Die Ausführung des Versuches war im Uebrigen die gleiche, wie oben.

Ich habe nach dieser Methode Versuche mit Leinwand, Shirting und Flanell ausgeführt, verzichte jedoch auf die Angabe der Resultate, da sich bei den sonstigen Unvollkommenheiten des Apparates, von welchen oben die Rede war, doch keine Schlüsse aus denselben ziehen lassen. Es wäre vielleicht möglich, unter Anwendung der nöthigen Cautelen und mit einem vollkommeneren Apparat, mittels dieser Methode Bestimmungen auszuführen, welche Aufschluss geben über das Wärmeleitungsvermögen der Kleidungsstoffe, wenigstens über deren relatives Verhältnis zu einander unter Ausschluss der verschiedenen Dicke der einzelnen Stoffe.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass die im vorhergehenden Abschnitte besprochenen Versuche über den Punkt, zu dessen Aufklärung sie unternommen wurden, nämlich über den

Einfluss der natürlichen Dicke der verschiedenen Kleidungsstücke auf deren Wärmeleitungsvermögen, keinen Aufschluss gegeben haben. Eines aber ist durch sie doch wahrscheinlich geworden, d. i. die hervorragende Wichtigkeit der Permeabilität der Stoffe für Luft in Bezug auf den Durchtritt der Wärme durch dieselben. Diese Eigenschaft scheint in der That von einer solchen Präponderanz zu sein, dass die Differenzen in den übrigen physikalischen Eigenthümlichkeiten der Stoffe, welche den Wärmedurchgang sonst noch beeinflussen, dagegen sehr zurücktreten dürften.

Bevor ich weiter gehe, fühle ich das dringende Bedürfnis, auf eine Thatsache noch ausdrücklich aufmerksam zu machen, in der ich eine gewisse Rechtfertigung für mich erblicke wegen des Misserfolges der zuletzt besprochenen Versuche. Es sind nämlich zwei bedeutende Physiker, Péclet und Forbes, auf Grund experimenteller Forschungen zu dem Schlusse gekommen, dass das Wärmeleitungsvermögen von Stoffen, welche zur Bekleidung dienen, das gleiche sei, wie jenes von unbewegter Luft. Péclet, welcher Gewebe untersuchte, sagt wörtlich[1]: »Il est inportant de remarquer que, la conductibilité des matières textiles étant sensiblement indépendante de leur densité, il s'ensuit nécessairement que leur conductibilité est la même que celle de l'air stagnante«. Der Ausspruch von Forbes[2]) aber lautet wörtlich übersetzt: »Die Versuche über Baumwolle (cotton wool) widerlegen in keiner Weise das, was Péclet fand, nämlich, dass die Leitungsfähigkeit die gleiche ist, zu was immer für einen Grad die Baumwolle (wool) comprimirt ist, und führen so zu dem höchst interessanten Schluss, dass die Leitungsfähigkeit der Faser die nämliche ist, wie jene der Luft und dass die Leitungsfähigkeit der Luft die oben angegebene Zahl ist.« (Diese Zahl dürfte, wenn ich Forbes recht verstehe (0,00530 sein.) Zu erwähnen ist noch, dass Forbes theils mit Geweben, theils mit reiner, ungewebter Wolle und Baumwolle arbeitete.

---

1) Péclet, Traité de la chaleur, Paris, Masson 1856, 3. édit. Bd. 1 p. 407.

2) Proceedings of the Royal Society of Edinburgh Volum VIII Session 1872—73 p. 62—68.

Diese Schlussfolgerungen sind mir deshalb so interessant, weil sie genau die gleichen sind, wie die, welche sich auch aus meinen Versuchen mit den gleich dicken Stoffschichten ergeben, wenn man nur die Schlussergebnisse nach einstündiger Beobachtungszeit in's Auge fasst. Ich erblicke in dieser Uebereinstimmung einen Beweis dafür, wie schwierig es ist, derartige Untersuchungen einwurfsfrei durchzuführen, wie leicht dagegen, bei der Complicirtheit der Verhältnisse, auf Trugschlüsse zu gerathen.

Es ist mir jedoch nicht möglich, an die Richtigkeit obigen Satzes der beiden Autoren zu glauben, wiewohl er von so gewichtiger Seite aufgestellt wurde. Theoretisch spricht schon die Unwahrscheinlichkeit, dass feste Körper die Wärme ebenso schlecht leiten sollten wie ein gasförmiger, zu sehr dagegen. Andererseits ist Schuhmeister, angeregt durch die vorstehenden Auslassungen von Forbes, auf experimentellem Wege, wie schon erwähnt, zu ganz anderen Resultaten gelangt. Auch Forbes hatte gegenüber Péclet mit verbesserten Methoden gearbeitet, aber trotzdem scheint es ihm nicht gelungen zu sein, alle Fehlerquellen auszuschliessen. Was die Ursache der Differenzen zwischen Schuhmeister und mir sind, obgleich wir mit im Princip gleichen Apparaten arbeiteten, vermag ich nicht vollkommen zu erklären. Ein wesentliches Unterscheidungsmoment liegt allerdings darin, dass Schuhmeister Rohstoffe untersuchte, ich dagegen fertige Gewebe.

Wie man sieht, ist es mir durch die Versuche mit gleich dicken Stoffschichten nicht gelungen, die Frage zu entscheiden, welchen Einfluss die verschiedene natürliche Dicke der Stoffe auf die Hemmung des Wärmedurchganges ausübt. Der Güte des Herrn Prof. Dr. E. Voit verdanke ich aber eine Gleichung, mittels deren es gelingt, unter Eliminirung der Dicke der Stoffe, Wärmedurchgangscoëfficienten für die einzelnen Stoffe aus meinen ursprünglichen Versuchen mit einer einzigen Stoffschichte zu berechnen, welche unmittelbar verglichen werden können:

Bezeichnet man den Wärmedurchgangscoëfficienten des unbekleideten Cylinders (s. S. 17) mit K, ferner den Durchgangs-

coëfficienten nach Bedeckung mit der zu untersuchenden Substanz (berechnet nach Gleichung 3 s. o.) mit k, so erhält man den Durchgangscoëfficienten k_1 der zu untersuchenden Substanz allein aus der Formel:

$$\frac{k_1}{n_1} = \frac{Kk}{K-k}$$

wobei n_1 die Dicke der Substanz in Centimeter ist.

Mittels dieser Formel sind die folgenden Werthe berechnet.

Tabelle 5.

Stoffe	Dicke in cm	Durchgangs-coëfficient k_1
Leinwand, einfache Lage	0,025	0,005641
Shirting, " "	0,020	0,004396
Flanell, " "	0,120	0,005102
Seidenzeug, " "	0,010	0,000876
Leinwand, doppelte "	0,050	0,005544
Shirting, " "	0,040	0,002654
Flanell, " "	0,240	0,005619
Seidenzeug, " "	0,020	0,001527
Leinwand, siebenfache Lage	0,175	0,007605
Kammgarnstoff, einfache Lage	0,050	0,003040
Satin, " "	0,100	0,004904
Cheviot, " "	0,110	0,003429
Winterbockskin, " "	0,200	0,005151
Winterpaletotstoff, " "	0,250	0,006189
Glacéhandschuhleder, einfache Lage	0,075	0,003008
Waschleder, " "	0,080	0,002785
Jäger's Tricotstoff, dünnerer, einfache Lage .	0,040	0,002115
" " dickerer, " " .	0,075	0,002821
Hellblaues Militärtuch, einfache Lage . . .	0,125	0,004439
Guttaperchastoff, " " . . .	0,040	0,007193

Die Messung der Dicke der Stoffe wurde in der Weise ausgeführt, dass immer 10 Lagen desselben Stoffes auf einander gelegt, mittels eines sog. Greifzirkels deren Dicke bestimmt und daraus die einer einzelnen Schichte berechnet wurde. Das genannte Instrument besteht aus einem Maassstab, an welchem im rechten Winkel zwei mehrere Centimeter lange Arme sich befinden, von

denen der eine am Maassstab unverrückbar befestigt ist, während der andere an demselben nach seiner Länge verschoben werden kann. Indem man den zu messenden Gegenstand zwischen die beiden Arme bringt, gelingt es, seine Dicke zu bestimmen. Diese Messungen bieten bei unelastischen Stoffen, wie Leinwand, keine Schwierigkeiten, anders dagegen verhalten sich die elastischen, die Wollstoffe, bei welchen man durch mehr oder weniger starkes Zusammendrücken ziemlich verschiedene Dickenmaasse finden kann. Bei diesen letzteren verfuhr ich in der Weise, dass ich den Stoff zwischen den Armen des Greifzirkels zuerst leicht zusammendrückte und die natürliche Elasticität des Stoffes wirken liess. Da der bewegliche Arm sehr leicht verschiebbar war, so wurden auf diese Weise die beiden Arme wieder etwas mehr von einander entfernt und diese Entfernung nahm ich nun als die wirkliche Dicke des Stoffes an. Ich glaube, dass ich durch dieses Verfahren der Wahrheit ziemlich nahe gekommen bin.

Zu bemerken dürfte vielleicht nicht überflüssig sein, dass der Werth für $K = 0{,}011513$ genommen wurde, welche Zahl als das Mittel der aus den Versuchen mit dem unbekleideten Cylinder berechneten Durchgangscoëfficienten für die Dauer von 40 Minuten erscheint (vgl. Anhang II).

Die in Tabelle 5 aufgeführten Durchgangscoëfficienten bedeuten die Menge von Wärmeeinheiten, welche bei einer Dicke der Schichte von 1 cm durch 1 qcm Stoff in der Minute hindurchgehen, bei einer Temperaturdifferenz von 1 ° C. zwischen aussen und innen.

Die berechneten Werthe zeigen, wie man sieht, eine grosse Annäherung an einander und auch die Coëfficienten, wenn bei den Versuchen mehrere Lagen eines Stoffes genommen wurden, weisen im Allgemeinen eine Uebereinstimmung auf, die mit Rücksicht auf die immerhin etwas rohe Untersuchungsmethode, genügend gross erscheint, um den Schluss zu rechtfertigen, dass die Kleidungsstoffe bei gleicher Dicke die Wärme gleich gut leiten. Eine Ausnahme macht nur Seidenzeug, welcher ein erheblich schlechterer Wärmeleiter zu sein scheint als die übrigen Stoffe.

Von früheren Untersuchern haben nur Péclet und Forbes absolute Zahlen für das Wärmeleitungsvermögen von Kleidungsstoffen oder deren ungewebten Rohstoffen angegeben, welche ich nun folgen lasse. Zu bemerken ist, dass Péclet zur Berechnung seiner Zahlen andere Einheiten gewählt hat, als die bei meinen und Forbes' Berechnungen eingeführten. Die Péclet'schen ursprünglichen Zahlen, welche ich in die erste Reihe setze, bedeuten nämlich die Wärmemengen, welche in 1 Stunde eine Schichte des Stoffes von 1 qm Oberfläche und 1 m Dicke passiren, bei einer Temperaturdifferenz der beiden Oberflächen von 1°. Der leichteren Vergleichbarkeit halber habe ich diese Werthe auf die gleichen Einheiten, welche den Forbes'schen und meinen Werthen zu Grunde liegen, reducirt und die so erhaltenen Zahlen in die zweite Reihe gestellt:

Péclet fand[1]):

Rohe Baumwolle	= 0,040	= 0,00666
Baumwollstoff	= 0,040	= 0,00666
Neuer Calicot	= 0,050	= 0,00833
Gekrämpelte Wolle	= 0,044	= 0,00733
Wollstoff (molleton)	= 0,024	= 0,00400
Eiderdunen	= 0,039	= 0,00650
Neue Leinwand	= 0,052	= 0,00866
Alte „	= 0,043	= 0,00716
Weisses Schreibpapier . . .	= 0,043	= 0,00716
Graues, nicht geleimtes Papier	= 0,034	= 0,00566

Forbes erhielt folgende Resultate[2]):

Baumwolle (cotton wool), locker	= 0,00260
„ „ „ zusammengepresst	= 0,00201
Flanell	= 0,00213
Grobe Leinwand	= 0,00179.

An einer anderen Stelle, wo er seine Zahlen mit denen von Péclet vergleicht, gibt er aber für Baumwolle den

1) Traité de la chaleur 3. édit Paris, Masson 1856 Bd. 1 p. 407.
2) a. a. O.

Werth 0,00530 an. Es ist nicht ersichtlich, woher diese Differenz rührt.

Der grösseren Uebersichtlichkeit halber stelle ich die Zahlen in einer Tabelle zusammen.

	Péclet	Forbes	Schuster
Leinwand, neue	0,00866	0,00179	0,005641
„ alte	0,00716	—	—
Baumwollstoff (Shirting)	0,00666	—	0,004396
Wollstoff (Flanell)	0,00400	0,00213	0,005102

Wenn man sich vergegenwärtigt, dass die absoluten Werthe, welche verschiedene Forscher für die Wärmeleitungsfähigkeit verschiedener Substanzen, selbst der Metalle, gefunden haben, nicht unerhebliche Differenzen aufweisen, so muss man gewiss zugeben, dass die Uebereinstimmung obiger Zahlen eine sehr zufriedenstellende genannt werden darf, da sie bis auf die dritte Decimalstelle stimmen. Ich mache selbstverständlich keinen Anspruch darauf, meine Zahlen für richtiger zu halten, als jene von Péclet und Forbes, ich möchte darin nur eine Bestätigung der Ergebnisse dieser Forscher in der Richtung erblicken, dass ein wesentlicher Unterschied in dem absoluten Leitungsvermögen der verschiedenen Kleidungsstoffe nicht besteht, vielleicht mit Ausnahme der Seidengewebe.

Die Berechnung der Wärmedurchgangscoëfficienten setzt uns aber auch in den Stand, durch Vergleich uns ein ungefähres Bild zu machen, in welchem Maass die Stoffe befähigt sind, die Wärme in ihrem Innern fortzupflanzen.

Betrachten wir zuerst die Metalle. Nach den Untersuchungen von Neumann[1]) sind die Leitungscoëfficienten einiger Metalle folgende:

Kupfer	1,108
Messing	0,302

1) Wüllner, Lehrbuch der Experimentalphysik 4. Aufl. 1885 Bd. 3 S. 299.

Zink	0,307
Neusilber	0,109
Eisen	0,163

Nehmen wir für die Kleidungsstoffe in runder Zahl 0,005 an, so würden dieselben die Wärme ungefähr 200 mal schlechter leiten als Kupfer und 33 mal schlechter als Eisen Fr. Weber[1]) hat zwar etwas niedrigere absolute Werthe für einige der angeführten Metalle gefunden, aber immerhin würde danach Kupfer unsere Stoffe noch 163 mal übertreffen. Weber fand als Coëfficienten für Blei 0,0716, so dass auch dieses, trotzdem es zu den schlechter leitenden Metallen gehört, noch 14 mal besser leitet als Leinwand etc.

Umgekehrt ist das Verhältnis zur Luft. Nimmt man für diese nach Stefan[2]) 0,0000558 als Wärmeleitungscoëfficienten an, so bedeutet dies ein um etwa 90 mal schlechteres Leitungsvermögen, als das der Kleidungsstoffe.

Wie oben schon angeführt, berechnet Péclet für weisses Schreibpapier 0,00716, für graues nicht geleimtes Papier 0,00566, Forbes[3]) dagegen gibt für Kautschuk 0,00534 und für Sägespähne 0,00735 als Werthe an. Diese Stoffe würden also mit den unsrigen hinsichtlich ihrer Wärmeleitungsfähigkeit etwa auf der gleichen Stufe stehen.

Nach den neueren Bestimmungen des Wärmeleitungsvermögens der Luft kann somit von einem gleichen Verhalten mit den Kleidungsstoffen, wie es Péclet und Forbes vermuthet hatten, nicht mehr die Rede sein. Ihre Bestimmungen für Luft waren gewiss zu hoch, und es dürfte die Ursache dafür in Luftströmungen innerhalb ihrer Apparate zu suchen sein, durch welche die Wärme rascher übertragen wurde, als dies durch blosse Leitung geschieht.

Das Resultat obiger Vergleichung ist demnach, dass die Kleidungsstoffe allerdings, wie man auch schon immer angenommen hat, sehr schlechte Wärmeleiter sind, dass sie aber mit Stoffen thierischer und pflanzlicher Provenienz ungefähr in eine

1) Wüllner, Lehrbuch d. Experimentalphysik, 4. Aufl. 1885 Bd. 3 S. 305.
2) Ebenda S. 333.
3) a. a. O.

Reihe zu stellen sind, vielleicht mit alleiniger Ausnahme der Seidenzeuge, welche schlechter zu leiten scheinen.

Es dürfte vielleicht hier die geeignete Stelle sein eine Frage zu erörtern, über welche, wie mich die Erfahrung gelehrt hat, vielfach falsche Vorstellungen herrschen. Dieselbe betrifft das Verhältnis des Wärmeleitungsvermögens der Luft gegenüber jenem der Kleidungsstoffe. Es ist mir nämlich entgegengehalten worden, dass es doch ganz undenkbar sei, dass die Luft schlechter leite als die Stoffe, weil es ja ganz widersinnig wäre, dass wir uns in bessere Leiter einhüllen, um uns vor dem Wärmeentzug durch einen schlechteren zu schützen. Als weiteres Argument wurde aber vornehmlich noch die Thatsache geltend gemacht, dass man Apparate, welche man vor grossem Wärme- oder Kälteverlust schützen wolle, nicht frei in der Luft unterbringe, sondern dadurch thermisch isolire, dass man sie mit Filz, Wolle etc., also mit Stoffen umgebe, welche mit den Kleidungsstoffen sehr nahe verwandt sind.

Diese Einwände klingen scheinbar ganz berechtigt und doch sind sie nicht stichhaltig; denn sie beruhen auf einer falschen Auffassung des Vorganges, durch welchen die Isolirung resp. der Schutz bewirkt wird. Bleiben wir zunächst bei dem Beispiele von den thermischen Apparaten. Der Grund, warum warme Gegenstände, wenn sie der Luft frei ausgesetzt sind, sich verhältnismässig rasch abkühlen, ist der, dass wir es dabei nicht mit einem Leitungsprocess im engeren Sinne zu thun haben, weil die Luft sofort in Bewegung geräth, sobald sie nicht ganz gleichmässig erwärmt ist. Die wärmeren Lufttheilchen steigen in die Höhe, die kälteren sinken nach unten. Würde diese Luftbewegung nicht eintreten, sondern die Lufttheilchen, nachdem sie sich an dem warmen Körper erwärmt haben, mit ihm in Berührung bleiben, so würden sie bald die gleiche Temperatur annehmen, die er selbst besitzt, und weil sie die Wärme durch Leitung nur sehr langsam fortpflanzen, so würde der Wärmeabfluss von letzteren nur sehr langsam vor sich gehen können. Unter diesen Voraussetzungen würde zweifellos das Umgeben eines Gegenstandes, dessen Temperatur möglichst constant erhalten werden soll, mit

einer dicken Luftschichte diesen Zweck vorzüglich erfüllen, viel besser als die jetzt gebräuchlichen Isolirungsmittel.

Thatsächlich aber verhält sich die Sache anders. Die Luft bleibt nicht auf ihrem Platze, es entstehen Strömungen und es fliessen fortgesetzt neue kalte Luftttheilchen über den warmen Gegenstand, die ihm Wärme entziehen, indem sie sich selbst an ihm erwärmen, die Wärmeabgabe wird um so grösser, je stärker die Luftbewegung ist, wie uns im gewöhnlichen Leben der Gebrauch des Fächers beweist. Die Wirkung der Einhüllung mit den genannten Stoffen besteht nun wesentlich darin, dass sie die Menge der mit dem warmen Gegenstande in unmittelbaren Contact tretenden Lufttheilchen sehr bedeutend herabsetzen. Denn, wenn sie auch porös sind, so mässigen sie doch in dicker Schichte die Geschwindigkeit der Bewegung der Luft, welche durch ihre Maschen und Poren durchzutreten gezwungen ist, in hohem Grad, so dass in der Zeiteinheit viel weniger Luft mit der Oberfläche des Körpers in Wechselwirkung tritt. Zu gleicher Zeit aber bewirken sie als schlechte Wärmeleiter, dass die Wärme nur sehr langsam entweicht und in der Nähe der Wärmequelle zurückgehalten wird. Der Schlusseffect ist daher erfahrungsgemäss der, dass sie trotz ihres besseren Wärmeleitungsvermögens, die Wärmeentziehung durch die Luftströmung sehr erheblich vermindern. Genau dieselbe Rolle spielt die Kleidung am menschlichen Leib.

Es ist oben dargethan worden, dass das absolute Wärmeleitungsvermögen der verschiedenen Kleidungsstoffe annähernd gleich gross ist und es kann, nachdem hierbei durch die Rechnung die Dicke der Stoffe ausgeschlossen worden war, keinem Zweifel unterliegen, dass gerade diese natürliche Dicke die hauptsächliche Ursache der Unterschiede in der relativen Hemmung der Wärmeabgabe durch dieselben bildet, welche bei meinen Untersuchungen in ähnlicher Weise wie bei Krieger, zu Tage getreten sind. Dies ist nach physikalischen Gesetzen ganz selbstverständlich, und man kann deshalb gewiss im Allgemeinen sagen und die Erfahrung bestätigt es, dass ein dickerer Stoff wärmer hält, als ein dünnerer. Ich möchte indess doch die verschiedene Dicke nicht als das allein

Maassgebende in dieser Beziehung ansehen. Meine Versuche mit gleich dicken Stoffschichten haben ergeben, dass die Wärme die verschiedenen Stoffe mit verschiedener Schnelligkeit passirt. Da wir nun das absolute innere Wärmefortpflanzungsvermögen der Stoffe als für alle gleich ansehen müssen, so muss offenbar ein Moment thätig gewesen sein, welches in den Versuchen diese Eigenschaft der Stoffe verdeckte. Wir haben schon oben die Luftströmungen durch die Gewebe für den Ausfall der Versuche verantwortlich gemacht. Würde der Durchtritt der Luft durch alle Gewebe in gleicher Weise erfolgt sein, so hätte sich naturgemäss bei allen Stoffen eine gleiche Geschwindigkeit des Wärmedurchganges ergeben müssen. Weil dies aber nicht der Fall gewesen ist, so bin ich der Ansicht, dass eben in der Art des Durchpassirens der Luft durch die Gewebe Verschiedenheiten vorhanden sind, welche bei deren Fähigkeit, warm zu halten, eine Rolle spielen.

Zu derselben Schlussfolgerung führt ein Versuch Krieger's, welcher gewissermaassen ein Gegenstück zu den meinigen bildet. Krieger[1]) umhüllte seinen Cylinder einmal mit loser Watte und dann mit derselben Watte, nachdem er sie fest zusammengedrückt hatte. Der Effect dieses Zusammendrückens war, dass die Geschwindigkeit der Wärmeabgabe vom Cylinder um 21 % zunahm. Die einzige Veränderung, welche die Watte erfahren hatte, bestand darin, dass ihr Volumen verringert worden war. Die Menge der Gewebsbestandtheile war absolut gleich geblieben, sie waren nur einander näher gerückt worden. Aber durch diese dichtere Nebeneinanderlagerung wurde der Weg, welchen die Wärme durch die Watte hindurch zurückzulegen hatte, erheblich verkürzt und darin liegt der Schlüssel für die Erklärungsweise des Vorganges und zum guten Theil auch für jene der Functionen unserer Kleidung.

Unsere Kleidungsstoffe sind alle sehr schlechte Wärmeleiter und zugleich adiatherman, d. h. sie absorbiren die in sie eintretenden Wärmestrahlen zum weitaus grössten Theil. Durch

1) a. a. O. S. 518.

diese Eigenschaften sind sie befähigt, die ihnen von der Haut durch Leitung und Strahlung zugehende Wärme in ganz erheblichem Maasse zurückzuhalten und sich damit selbst zu erwärmen. Dies muss in um so höherem Grade der Fall sein, je grösser die Widerstände sind, welche sich dem Durchgang und Austritt der Wärme entgegenstellen, oder mit anderen Worten, je dicker die Stoffschichte ist und je feiner und dichter die Fäden des Gewebes gesponnen und gewebt sind. Auf diese Weise wird einerseits die Menge der Wärme, welche von der Haut durch Leitung und Strahlung, namentlich aber durch erstere entweicht, herabgesetzt und andererseits eine durchwärmte Hülle um den Körper gebildet. Dies letztere erscheint mir aber durchaus nicht als das minder Wichtige; denn bei der Betrachtung der Wärmeabgabe vom Körper müssen wir noch eines Momentes gedenken, dessen Tragweite, wie mir aus meinen Untersuchungen hervorzugehen scheint, keineswegs unterschätzt werden darf, und welches weiter oben auch schon erwähnt wurde. Der Abfluss der Wärme vom Körper erfolgt nicht nur auf dem Wege der Leitung und Strahlung durch die Kleider, sondern gewiss in viel höherem Maasse durch die Erwärmung der von aussen durch die poröse Kleidung eindringenden Luft. Pettenkofer[1]) war der Erste, der auf die Beziehungen zwischen der Permeabilität der Kleidungsstoffe für Luft und ihrem Vermögen, warm zu halten, aufmerksam machte, und experimentell zeigte, dass vielfach gerade diejenigen Stoffe, welche dem Durchtritt der Luft den geringsten Widerstand entgegensetzen, nichtsdestoweniger auch die wärmsten sind. Er schloss daraus, dass ein Kleid luftig und dennoch warm sein kann, und dass es hier vielmehr auf die Leitungsfähigkeit und andere Eigenschaften der Stoffe ankommt, als auf das Mehr oder Weniger Luft, welches es durchlässt. Wenn nun auch die absolute Leitungsfähigkeit der Stoffe mit Wahrscheinlichkeit als gleich gross angenommen werden muss, so behält obiger Schluss Pettenkofer's im übrigen doch seine Richtigkeit. Er enthält zwar auf den ersten Blick scheinbar einen Widerspruch, allein

1) Zeitschrift für Biologie Bd. 1 S. 180.

derselbe löst sich bei genauerer Ueberlegung sofort; denn es ist ja nicht gesagt, dass ein Stoff um so wärmer sein muss, je poröser er ist, sondern nur, dass ein gewisser Grad der einen Eigenschaft die andere nicht eo ipso ausschliesst.

Es ist vielleicht nicht überflüssig, wenn ich mit Rücksicht auf die Art, wie wir uns dieses doppelseitige Verhalten der Kleider zu erklären haben, die Vorgänge beim Luftwechsel durch die Kleidung kurz skizzire: Naturgemäss besteht ein fortwährendes Bestreben der kälteren Aussenluft, sich mit der Temperatur des Körpers in's Gleichgewicht zu setzen. Im unbekleideten Zustand muss dieser Ausgleich in unmittelbarer Nähe der Haut vor sich gehen, und bei nur einigermaassen grösseren Differenzen zwischen Körper- und Aussentemperatur haben wir das Gefühl von Kälte, weil die vom Körper abgegebene Wärme nicht hinreicht, die Luftschichten in unmittelbarer Berührung mit der Haut bis zu dem Grade zu erwärmen, dass sie dem Gefühl als warm erschienen. Bei dem schlechten Wärmeleitungsvermögen der Luft wäre dies leicht möglich, wenn die Luft ruhig bliebe, allein wir wissen ja, dass die Luft, auch wenn sie für unser Gefühl unbewegt erscheint, in steter Bewegung sich befindet und dass in unmittelbarer Nähe des Körpers, so lange die Luft kälter ist, ein fortwährender, aufsteigender Luftstrom vorhanden ist. Infolgedessen werden immer neue, kältere Luftschichten mit der Haut in Berührung gebracht und entziehen ihr Wärme.

Anders verhält sich die Sache, wenn wir bekleidet sind. Zwar findet dann die Luftbewegung in unserer Nähe im gleichen Sinne statt, aber erstens ist dieselbe infolge der Hemmung durch die Kleider sehr verlangsamt, und dann bilden die Kleider jetzt gewissermaassen eine Fortsetzung der Haut und sind von der vom Körper abfliessenden Wärme erwärmt. Die Luft tritt durch die Poren der Stoffe hindurch, aber sie wird dabei wärmer und trifft in wärmerem Zustand auf die Haut, welcher sie infolgedessen weniger Wärme mehr entzieht. Der Ausgleich der Temperatur findet daher nun zum grössten Theil nicht mehr unmittelbar an der Haut, sondern in den Kleidern statt, und die Stelle, wo dieser Ausgleich erfolgt, muss unter sonst gleichen Umständen

um so weiter von der Hautoberfläche wegrücken, je geringer die Temperaturdifferenz oder je dicker die Kleidung ist. Die Temperatur der mit der Haut in directe Berührung tretenden Luft wird in gleichem Verhältnis höher werden und daher nicht nur auf die specifischen Nerven der Haut den Eindruck behaglicher Wärme machen, weil sie der Körpertemperatur näher liegt, sondern auch die Wärmeabgabe des Körpers thatsächlich herabsetzen, weil sie ihm weniger Wärme mehr entzieht.

Es kann demnach ein Stoff sehr porös sein, und den Durchtritt der Luft in reichlichem Maasse gestatten, so dass ein fortwährender, ausgiebiger Luftwechsel, der aus anderen Gründen für unser Wohlbefinden unerlässlich ist, durch das Gewebe vor sich geht, ohne dass er deshalb aufhört warm zu halten, so lange er die Bewegung des Luftstromes so weit mässigt, dass die Luft Zeit hat, sich in den von der Abwärme des Körpers gewissermaassen geheizten Kleidern bis zu einem der Körpertemperatur nahe liegenden Grad zu erwärmen. Je dicker der Stoff, d. h. je länger der Weg ist, welchen die Luft durch das warme Gewebe hindurch zurücklegen muss, bis sie zur Haut gelangt, oder je geringer die Luftbewegung ist, um so mehr wird sie sich unter sonst gleichen Umständen erwärmen. Wenn daher die Aussentemperatur nicht zu niedrig oder die Luft zwar kühl, aber nicht sehr bewegt ist, genügt eine leichte Kleidung. Ist dagegen die Aussenluft sehr kalt, so müssen wir durch Anlegen dickerer Stoffe oder mehrerer Schichten über einander den Weg bis zur Haut verlängern und dies um so mehr, wenn gleichzeitig auch noch eine starke Luftbewegung herrscht. In allen Fällen aber muss, wenn wir nicht frieren und uns wohl befinden sollen, alle bekleideten Theile des Körpers direct an der Haut eine Hülle in stetem Wechsel befindlicher warmer Luft umgeben.

Diese Art, die Eigenschaft unserer Kleidung, trotz ihrer grossen Permeabilität für Luft warm zu halten, zu erklären, ist nicht neu, sondern schon vor Jahren von Pettenkofer[1]) aufgestellt.

---

1) Pettenkofer, Ueber das Verhalten der Luft zum bekleideten Körper des Menschen. Populäre Vorträge Heft 1 S. 25 u. ff. Braunschweig, Vieweg u. Sohn.

gestellt worden, mit dem einzigen Unterschiede, dass Pettenkofer noch Unterschiede in der absoluten Wärmeleitungsfähigkeit der Stoffe als vorhanden voraussetzte. Pettenkofer stützte sich bei dieser Erklärungsweise vorzüglich auf die Versuche von Krieger[1]) über den Einfluss des Scheerens eines Pelzes auf die Wärmeabgabe von der Haut. Aus diesen geht hervor, dass, wenn man die Wärmeabgabe vom intacten Pelz = 100 setzt, dieselbe nach dem Scheeren, also von der nackten Haut, auf 190 stieg. Nach dem Bestreichen der Haut mit Leinölfirniss stieg dieser Verlust auf 258 und nach dem Bestreichen mit einer Lösung von arabischem Gummi auf 296, also auf das Dreifache der Wärmeabgabe von ungeschorenem Pelz. Im gleichen Sinne fielen auch die Versuche am lebenden Thiere aus, welche von verschiedenen Forschern ausgeführt worden sind. Scheert man ein Kaninchen und bestreicht dann die Haut mit Firniss, oder schlägt dasselbe, wie Krieger, in ein nasses Tuch ein, so erfolgt in kurzer Zeit der Tod durch Erfrieren.

Pettenkofer sagt deshalb: »So ein Pelz fängt mit seinen in die Luft ragenden Härchen alle Wärme auf, welche von der Hautoberfläche durch Strahlung oder Leitung abfliesst und gibt sie infolge seiner zarten und feinen Structur und Vertheilung an die zwischen den einzelnen Härchen strömende Luft ab; je feiner das Haar eines Pelzes, desto besser wird die abziehende Wärme ausgenutzt von der Luft, die dann auch bei Winterkälte unsere Hautnerven nur als gewärmte Luft trifft, so dass wir nichts spüren. Die Pelzthiere fühlen sich im Winter oberflächlich sehr kalt an, erst näher der Haut sind die Haare warm. Bei stärkerer Kälte kommt sicherlich wenig Körperwärme mehr bis an die Spitzen der Haare, um dort auszustrahlen, oder durch Leitung an die Luft überzugehen, der Luftstrom im Pelze entwärmt die einzelnen Härchen von ihren Spitzen gegen ihre Wurzel zu, eine starke Kälte dringt nur etwas weiter in den Pelz ein, als eine geringere, ohne deshalb nothwendig bis auf die Haut durchzudringen. Das geschieht nur, wenn die äussere Luft ganz ungewöhnlich kalt, oder stark bewegt ist.«

1) Zeitschrift f. Biologie Bd. 5 S. 529 u. ff.

Ueber den Einfluss der Luftbewegung auf die Abkühlung hat in jüngster Zeit A. Hiller[1]) Versuche angestellt, welche im Allgemeinen eine ganz bedeutende Beschleunigung der Abkühlung bei bewegter Luft ergaben. Im gleichen Sinne fielen auch die Versuche von Geltowsky[2]) aus.

Ich habe schon weiter oben die Ansicht ausgesprochen, dass die verschiedene natürliche Dicke der Stoffe die relativen Unterschiede in der Hemmung der Wärmeabgabe nicht allein zu bewirken im Stande sei und habe einige Gründe angeführt, welche mich zu dieser Annahme bestimmen. Ich möchte hier noch einmal darauf zurückkommen und den Punkt näher bezeichnen, welcher, wie mir scheint, hier gleichfalls in Mitwirkung tritt. Meiner Meinung nach ist dies die innere Beschaffenheit der Gewebe und Gespinnste. Die Erwärmung der durch die Kleider durchtretenden Luft wird ceteris paribus eine um so grössere sein, je grösser die Zahl der Berührungspunkte mit den warmen Kleidern ist. In dieser Beziehung sind gewiss zwischen den Stoffen grosse Verschiedenheiten vorhanden. Je verschlungener die Wege durch das Gewebe sind, je mehr feine Härchen an den Fäden sich befinden und die Maschen des Gewebes durchsetzen, um so grösser wird die Berührungsfläche zwischen Luft und Stoff und um so wärmer muss die durchtretende Luft werden. Beweisend dafür ist der Versuch Krieger's mit Watte, der durch die tägliche Erfahrung fortwährend bestätigt wird, dass ein wattirtes Kleidungsstück, so lange es neu ist, viel wärmer hält, als wenn die Watte durch den Gebrauch zusammengedrückt ist. So lange die Watte noch lose und locker ist, ist die Grösse der inneren Oberfläche eine ungemein viel grössere, als wenn die einzelnen Fäden und Härchen zusammengepresst und an einander gelagert sind. Wie gross aber der Einfluss dieses Momentes auf die Fähigkeit der Watte, warm zu halten, ist, documentirt sich in

1) Deutsche militärärztliche Zeitschrift 1885.

2) Wajenno sanitarnoje Djelo 1881 No. 7. Referirt in d. Jahresber. über d. Leistungen u. Fortschritte auf d. Gebiete des Milit.-Sanitätswesens v. W. Roth. 8. Jahrgang S. 140 u. ff.

folgender Weise: Ich habe durch einige Versuche festgestellt, dass selbst bei ganz geringem Druck (2,5—4,0 cm Wassersäule) das Zusammendrücken von Watte ein Sinken der Menge der durchgehenden Luft auf 39—28 %, also auf etwa $^1/_3$ gegenüber der lockeren Watte verursacht. Nachdem nun comprimirte Watte weniger warm ist, als lockere, so ist es klar, dass diese bedeutende geringere Luftmenge beim Durchtritt durch die zusammengedrückte Watte weniger erwärmt wird, als die grössere beim Passiren der lockeren Watte, während zugleich die Wärme rascher nach aussen abfliesst.

Wie bei einer Luftheizung der Heizeffect unter sonst gleichen Verhältnissen ein um so grösserer ist, je grösser die Oberfläche des Calorifers, d. h. je zahlreicher die Berührungspunkte der Luft mit ihm sind, ebenso verhält sich die Sache auch bei der Kleidung. Mit je mehr warmen Stofftheilchen die Luft bei ihrem Wege durch die Kleider in Berührung kommt, um so mehr Wärme nimmt sie auf, sie kommt deshalb in wärmerem Zustand zur Haut, und wir ziehen daraus den Schluss, dass uns das betreffende Kleid wärmer hält, als ein anderes, welches die Eigenschaft, die äussere Luft zu erwärmen in geringerem Maasse besitzt, weil es derselben eine weniger grosse Berührungsfläche darbietet. Es ist mir nicht undenkbar, dass in dieser Eigenschaft zwischen den Stoffen Unterschiede bestehen, die so bedeutend sind, dass ein Stoff grössere Luftmengen stärker zu erwärmen vermag als ein anderer nur kleinere, so dass ersterer selbst bei grösserem Luftwechsel wärmer erscheint als letzterer. Dann ist der Fall gegeben, dass der porösere Stoff zugleich auch der wärmere ist. Das Verhalten der Watte illustrirt die Möglichkeit dieser Annahme auf's Treffendste.

Wir haben bisher schon einige Eigenschaften der Kleidung kennen gelernt, welche deren Fähigkeit, warm zu halten, beeinflussen. Dieselben sind jedoch damit noch keineswegs erschöpft. Es liegt nicht in meiner Absicht, hier auf diejenigen Eigenschaften der Kleidungsstoffe einzugehen, welche zu der Wasseraufnahme und Wasserverdunstung in Beziehung stehen, ich möchte aber noch einige Eigenthümlichkeiten und Unterschiede der trockenen

Stoffe in der oben bezeichneten Richtung erörtern, weil ich sie ebenfalls für bedeutungsvoll für die Erklärung der Functionsweise der Kleidung halte, soweit sie die Wärmeverhältnisse des Körpers unter der gegebenen Voraussetzung betrifft.

Krieger[1]) hat schon bemerkt, dass die Behinderung, welche die Wärmeabgabe vom Körper erfährt, in sehr vielen Fällen nicht ausreichen würde, um den Wärmeverlust in genügender Weise zu verhüten, wenn die Kleider, wie dies bei den Versuchen der Fall war, dem Körper straff anliegen würden. Wir würden unter allen Umständen bei einigermaassen kühler oder kalter Witterung ein empfindliches Kältegefühl verspüren. In der That sind auch die Verhältnisse beim bekleideten Körper anders gelagert als bei den Versuchen; denn die Kleider liegen der Haut grösstentheils nur ganz lose an, es findet sich eine mehr oder minder dicke Luftschichte zwischen beiden.

Krieger hat, um die Grösse des Einflusses, welchen diese Luftschicht auf die Wärmeabgabe ausübt, kennen zu lernen, Versuche angestellt, wobei er den Cylinder das eine Mal mit zwei Lagen desselben Stoffes bekleidete, welche der Oberfläche eng anlagen und dann die Umhüllung ein zweites Mal derart änderte, dass die zweite Lage des Stoffes nur lose um die erste geschlungen wurde, so dass eine Distanz von ½—1 cm zwischen der ersten und zweiten Lage war. Es ergab sich dabei, dass die Wärmeabgabe im letzteren Falle eine ganz erhebliche Verlangsamung erfuhr.

Ich habe diese Versuche mit einigen Modificationen wiederholt, indem ich statt zwei Lagen Stoff nur eine nahm. Diese wurde jedoch über ein Gestell aus starkem Draht gespannt, welches aus 4 Längsstücken bestand, die durch 3 Querstangen zu einem cylindrischen Ganzen von etwas grösserem Durchmesser als der des Cylinders verbunden waren. Dieses Gestell wurde so über dem Cylinder befestigt, dass der Stoff etwa ½ cm von der Cylinderoberfläche entfernt blieb. Oben und unten wurde ebenfalls ein Stück Zeug angebracht, das Boden und Deckel des

1) a. a. O.

Cylinders bedeckte und den Raum zwischen Cylinder und Stoff unten und oben überbrückte. Im Uebrigen wurden die Versuche wie die früheren ausgeführt. Die Versuchsergebnisse sind in Tabelle 6 zusammengestellt.

Tabelle 6.

	Abkühlung des Wassers im Cylinder in 40 Min. um ° C.	% Hemmung der Wärmeabgabe		Differenz
		Bei eingeschalteter Luftschicht	ohne Luftschicht (Tab. 2)	
Unbekleideter Cylinder . .	10,2	—	—	—
Leinwand	7,3	28,4	3,9	24,5 %
Shirting	7,15	29,0	6,4	22,6
Seidenstoff	7,33	28,1	7,9	20,2
Flanell	6,7	34,3	18,4	15,9
Jäger's Normalstoff, dickerer	6,93	32,0	20,0	12,0

Ausserdem machte ich noch ein Paar Versuche, bei welchen zwischen dem Cylinder und dem aussen befindlichen über das Gestell gespannten Stoff, dem Cylinder straff anliegend ein zweiter Stoff eingeschaltet war. S. folgende Tabelle.

Tabelle 7.

	Abkühlung des Wassers im Cylinder in 40 Minuten um ° C.	Procentische Hemmung der Wärmeabgabe
Innen Leinwand, aussen Flanell	6,42	37,0
Innen Flanell, aussen Leinwand	6,52	36,0
Innen Flanell, aussen Satin .	6,25	38,8

Diese Versuche zeigen, welch' bedeutenden Einfluss die eingeschaltete Luftschicht ausübt. Während bei den Versuchen mit dicht anliegenden Stoffen eine Hemmung der Wärmeabgabe bei dem gleichen Material um nur 4—20 % eintrat, erreicht sie hier die Höhe von 28—34 %. Ganz übereinstimmend damit fand Krieger eine Behinderung auf 29—36 %. Zu noch höheren Werthen kam Hiller[1]), indem er versuchsweise den Einfluss

1) Deutsche militärärztl. Zeitschrift 1885.

der militärischen Kleidung auf die Wärmeabgabe prüfte, wobei er eine mit warmem Wasser gefüllte Glasflasche mit Hemd und Waffenrock (dunkelblaues Soldatentuch und Leinwandfütterung) lose bekleidete und dann die Abkühlung beobachtete. Er erhielt dabei eine Verzögerung der Abkühlung gegenüber der nackten Flasche um 66,9 % oder auf etwa 1/3, so dass also die Wärmeabgabe ungefähr um das Dreifache langsamer vor sich ging, als ohne Bekleidung.

Auffallend sind bei diesen letzten Versuchen von mir die geringen Unterschiede, welche zwischen den verschiedenen Stoffen zu Tage treten, so dass es fast den Anschein gewinnen könnte, als sei es gleichgültig, mit welchem Stoff wir unsere Haut zunächst umgeben. Dem widerspricht aber die Erfahrung, welche lehrt, dass wir in einem wollenen Hemde viel mehr das Gefühl von Wärme haben, als in einem solchen von Leinwand, Shirting oder Seide. Wir müssen uns daher um eine Erklärung dieser Incongruenz der Versuchsresultate mit der Erfahrung umsehen. Diese scheint mir ihren Grund in der verschiedenen Oberflächenbeschaffenheit und Elasticität der in Rede stehenden Stoffe zu haben. Die Wollstoffe besitzen einen beträchtlichen Grad von Elasticität und sind ausserdem an ihrer Oberfläche dicht mit äusserst feinen Härchen besetzt, die ebenfalls so elastisch sind, dass sie, wenn sie niedergedrückt werden, wieder aufstehen, sobald der Druck aufhört. Deshalb legt sich die Wolle nie so unmittelbar an die Haut an, wie die glatten und unelastischen Leinwand, Shirting und Seidenstoff. Es bleibt überall ein gewisser Luftraum zwischen Haut und Wolle, der bei den anderen Geweben fehlt, oder nur in viel geringerem Maasse vorhanden ist. Die Wirkung der eben erwähnten Verschiedenheit der physikalischen Eigenschaften der betreffenden Stoffe lässt sich, wie ich glaube, auch aus den Versuchen erkennen, wenn man einen Blick auf die vierte Zahlenreihe der Tabelle 6 wirft. Es zeigt sich dort, dass die Differenz in der Hemmung der Wärmeabgabe zwischen den Versuchen mit und ohne absichtlich eingeschaltete Luftschicht wesentlich grösser ist bei Leinwand, Shirting und Seide als bei den beiden Wollstoffen. Es dürfte dies, zum Theil wenigstens,

doch von der innigeren Berührung der ersteren mit der Cylinderwandung bei den Versuchen ohne eingeschaltete Luftschicht herrühren.

In dem Umstande, dass eine directe Berührung zwischen Hemd und Haut verhindert und eine intermediäre Luftschichte geschaffen wird, erblicke ich auch das wirksame Moment der weitmaschigen Netze, die jetzt vielfach auf dem blossen Oberkörper unter dem Hemde getragen werden und welchen von den Trägern meist nachgerühmt wird, wie warm sie halten.

Dagegen könnte man in der Thatsache, dass man unwillkürlich die Kleider fester um den Leib zieht, wenn man friert, einen Widerspruch erblicken mit der eben behaupteten Bedeutung einer Luftschicht zwischen Haut und Kleidern. Eine solche Deutung wäre aber irrthümlich. Der Grund, warum wir die Kleider enger um den Körper ziehen, liegt darin, dass wir den aufsteigenden Luftstrom, der in weiterer Kleidung viel ausgiebiger zwischen Haut und Kleidern emporfliesst, zu mässigen suchen. Diese grössere Intensität des aufsteigenden Luftstroms bewirkt ja eben, dass ein weites Kleid kühler ist als ein enges, und dies erklärt auch die weite Kleidung der Orientalen. Andererseits haben wir in der Erfahrung, wie kalt enge Schuhe und Handschuhe sind, einen Beweis für die Wirkung der Haut knapp anliegender Kleidungsstücke.

Ich möchte es nicht unterlassen, hier noch einmal ausdrücklich zu betonen, dass alle in dieser Arbeit enthaltenen Ausführungen über die Functionsweise der Kleidung nur Geltung haben für die trockene Haut und die trockenen Kleider, d. h. so lange das Wasser von der Haut in gasförmigem Zustand abgeschieden wird. Es ist damit die Function der Kleidung keineswegs erschöpft, im Gegentheil spielt das Verhalten der Kleider gegenüber der Abgabe tropfbar flüssigen Wassers und der Verdunstung eine hervorragende Rolle in der Bekleidungsfrage. Allein diese Verhältnisse haben keinen Bezug zu dem eigentlichen Thema, welches uns hier beschäftigt, und ich habe daher keine Ursache, darauf weiter einzugehen.

Dagegen möchte ich der Frage, ob durch die Kleidung Wärme für den Organismus gespart wird oder nicht, noch etwas näher treten. Es erscheint mir dies deshalb von Belang zu sein, weil in jüngster Zeit R. Geigel[1]) aus den Ergebnissen einiger von ihm ausgeführter Versuchsreihen den Schluss gezogen hat, dass durch die Kleidung eine irgend relevante Wärmeersparniss nicht erzielt wird und dass nicht die Absicht, Wärme zu sparen und infolgedessen einen geringeren Verbrauch von Nährstoffen zu erzielen den Menschen zur Kleidung geführt hat, und ihn auch heute noch dazu drängt, sondern das Gefühl von Kälte und Wärme, von Behagen und Unbehagen, je nachdem die Haut unbekleidet oder bekleidet ist. Geigel sagt wörtlich[2]): »Ja, der Mensch gibt bekleidet und unbekleidet ceteris paribus das eine wie das andere Mal durch seine Haut die gleiche Wärmemenge ab; aber das eine Mal ist, eben damit dies geschieht, seine Haut warm, von Blut reich durchströmt, das andere Mal zu gleichem Zwecke blutleer, kalt. Dass nun der erste Zustand dem Menschen behaglich, angenehm ist, dass er ihn infolgedessen herbeizuführen sucht und den entgegengesetzten als einen unangenehmen meidet, das weist direct darauf hin, dass der erstere zugleich der für seinen Organismus zweckmässigere, der gesündere, ist. Dass der Zustand der äusseren Haut bezüglich Temperatur, Blutfülle und Ernährung für den Gesammtorganismus durchaus nicht gleichgültig sein kann, liegt auf der Hand, wenn man die Function der Haut als secretorischen Organes, als eines Reservoirs für einen grossen Theil des Blutes, wenn man ihre innige reflectorische Verbindung z. B. mit dem Vagus bedenkt. In dieser Beziehung nützen dem Körper die automatischen Wärmeregulatoren schlechterdings nichts, ihre Aufgabe besteht bloss darin, die Wärmeabgabe entsprechend der Wärmeproduction zu regeln. In dem Erhalten resp. Schaffen eines solchen Zustandes der Haut, wie er sich in den oben bezeichneten und vielleicht noch anderen Beziehungen dem Gesammtorganismus nützlich erweist, sowie in der zeitweiligen Entlastung der Vasomotoren der Haut,

1) Archiv f. Hygiene Bd. 2 S. 318—334.
2) a. a. O. S. 333.

denen ein Theil ihrer Arbeit abgenommen wird, suche ich den eigentlichen hygienischen Zweck und Vortheil der Kleidung.«

Es liegt mir ferne zu bestreiten, dass das Bestreben, sich Schutz vor den durch die Einwirkung der Kälte auf die Haut hervorgebrachten unangenehmen Empfindungen zu verschaffen, der ursprüngliche Beweggrund war, welcher den Menschen dazu führte, sich zu bekleiden, und ich erkenne die Anschauung Geigel's hinsichtlich des bedeutungsvollen Einflusses der Kleidung auf den Zustand der Haut und dessen Rückwirkung auf den Gesammtorganismus, namentlich auch bezüglich der Entlastung der Vasomotoren der Haut als vollkommen berechtigt an, allein den weiteren Schluss, dass durch die Kleidung keine nennenswerthe Wärmeersparung bewirkt werde, kann ich, wenigstens in dieser Allgemeinheit, durch die Versuche von Geigel nicht als bewiesen ansehen.

Es soll ja nicht bezweifelt werden, dass die Haut vermöge ihrer regulatorischen Eigenschaften die Fähigkeit hat, die Wärmeabgabe innerhalb gewisser Grenzen mit der Wärmeproduction zu bilanziren, und es ist immerhin möglich, dass diese Grenzen relativ weite sind; denn nach Winternitz[1]) kann die Wärmeabgabe von der Haut durch Veränderung in der Blutvertheilung um mehr als 60 % nach abwärts und um mehr als 92 % nach aufwärts schwanken. Allein, dass die Regulatoren der Wärmeabgabe in der Haut nicht in allen Fällen ausreichen, um einen die Norm übersteigenden Wärmeverlust zu verhüten, wird doch durch gewichtige Thatsachen bewiesen. In diesen Fällen kann entweder durch vermehrte Wärmeproduction der Ausfall ausgeglichen werden; aber man hat dann einen Verlust von Spannkräften, welche entweder durch vermehrte Nahrungszufuhr oder durch Abgabe von Körpersubstanz gedeckt werden müssen, oder aber es erfolgt ein Sinken der Körpertemperatur, welche selbst zum Tode führen kann. Unter diesen Umständen lässt sich jedoch durch ein Bekleiden des Körpers der übermässige Wärme-

1) Medicinische Jahrbücher, herausgegeben von der k. k. Gesellschaft der Aerzte in Wien, red. v. S. Stricker. Jahrgang 1871 S. 1.

verlust verhindern, und es wird so direct Wärme und damit auch Stoff erspart.

Ich werde im Folgenden einige diesbezügliche Thatsachen anführen:

Es ist bekannt, dass Thiere, bei welchen man die Haut mit Firniss überzogen hat, unter fortwährendem Sinken ihrer Eigenwärme zu Grunde gehen, und es unterliegt nach den Untersuchungen von Laschkewitsch[1]) keinem Zweifel mehr, dass der Tod durch Erfrieren infolge von vermehrter Wärmeabgabe erfolgt. Laschkewitsch hat nämlich unter Anderem auch gezeigt, dass, wenn man den Wärmeverlust herabsetzt, indem man die Thiere gleich nach dem Firnissen in Baumwolle einwickelt, sich keine krankhaften Erscheinungen einstellen, sondern die Thiere ganz munter bleiben und so lange leben, als sie die erwähnte Umhüllung tragen. Dass es aber lediglich die Verminderung der Wärmeabgabe vom Körper ist, wodurch die Baumwolle wirkt, ergibt sich aus dem Umstand, dass gefirnisste Thiere gleichfalls gesund und am Leben bleiben, wenn man sie in einem warmen Raum hält.

Von grosser Wichtigkeit für unsere Frage sind ferner die Versuche, welche an Thieren hinsichtlich der Wirkung des Scheerens des Pelzes angestellt worden sind. So fand Weiske[2]) bei verschiedenen Untersuchungen, dass geschorene Schafe bei gleicher Ernährung viel weniger Körpersubstanz aus dem Futter anzusetzen vermögen, als ungeschorene, weil nach Entfernung der gegen zu starke Wärmeabgabe schützenden Haardecke behufs Bildung der nothwendigen Körperwärme ein Theil des Futters für die Production von Fleisch, Fett oder dergleichen verloren geht. Bei einem derartigen Versuche ergab sich z. B., dass bei ganz gleicher Fütterung die öfter geschorenen Hammel im Laufe eines Jahres 12,5 Pfund Lebendgewicht weniger gebildet hatten als die nicht geschorenen. Nicht mindere Beachtung verdienen die Untersuchungen von Richet[3]). Derselbe brachte zwei

1) Archiv f. Anatomie u. Physiologie 1868 S. 61.

2) Journal f. Landwirthschaft 1875 S. 306 u. 1882 S. 253.

3) M. C. Richet, La temperature des mammifères et des oiseaux. Revue scientifique 1884. 2me semestre No. 10 6. Sept. 1884 p. 298.

Kaninchen in ein Zimmer mit ziemlich constanter Temperatur zwischen 12—15°. Das eine Kaninchen war geschoren, und man gebrauchte sogar die Vorsicht, es alle 2—3 Tage frisch zu scheeren, weil der so geschorene Pelz ungemein rasch wächst. Die beiden Kaninchen zeigten darauf folgende Körpertemperaturen:

	Geschorenes Kaninchen	Normales Kaninchen	Differenz zu Gunsten des normalen:
10. April	39,1	39,8	0,7
11. „	39,3	39,65	0,35
12. „	39,0	39,55	0,55
13. „	39,3	39,45	0,15
14. „	39,3	39,7	0,4
15. „	39,1	39,65	0,55
16. „	39,5	39,8	0,3
17. „	39,2	39,8	0,6
18. „	39,0	39,3	0,3
19. „	39,3	39,8	0,5
20. „	38,7	39,6	0,9
Mittel	39,16	39,64	0,48

Die Differenz beträgt also etwa ½°.

Dieselben zwei Kaninchen wurden hierauf einer niedrigeren Temperatur ausgesetzt, worauf sich das geschorene Kaninchen rasch abkühlte, wie die folgenden Zahlen zeigen:

	Geschorenes Kaninchen	Normales Kaninchen	Differenz zu Gunsten des normalen:
21. April	38,4	39,7	1,3
22. „	39,1	39,6	0,5
23. „	37,2	39,8	2,6
28. „	26,0	39,7	13,7
29. „	Tod.		

Es geht daraus hervor, dass das geschorene Kaninchen langsam und allmählich infolge der Kälte gestorben ist. Es hatte zwar bis zum 21. April Widerstand geleistet, aber von diesem Augenblick an ist es der intensiven Abkühlung, die es erfuhr, erlegen.

Auch bei anderen geschorenen Kaninchen ergaben sich beim Vergleich mit intacten Kaninchen Zahlen, aus welchen das constante Höhersein der Temperatur der Nichtgeschorenen gegenüber jener der Geschorenen hervorgeht. Die durchschnittliche Differenz betrug 0,6 °.

Es wurde aber ferner constatirt, dass das geschorene Kaninchen, auch wenn man ihm ganz enorme Mengen von Nahrungsmitteln gab, nichts davon übrig liess und sich nicht satt fressen konnte.

Im Folgenden sind die Gewichte der beiden Thiere nebst den Mengen von Futter (Kohl), welche sie verzehrten, angeführt:

Datum	Gewicht der Thiere		Nahrung	
	geschorenes	ungeschorenes	des geschorenen	des ungeschorenen
	g	g	g	g
8. April	2345	1812	800	671
11. „	—	—	800	622
13. „	—	—	—	—
14. „	2380	1865	1000	793
15. „	—	—	1580	620
16. „	—	—	1000	870
17. „	—	—	1000	878
18. „	—	—	1000	854
20. „	—	—	1000	640
22. „	2165	2060	1000	840
23. „	—	—	1000	860
24. „	2078	2025	—	—
28. „	1968	2125	—	—
29. „	1917 (Tod)	2205	—	—

Es hatte also das geschorene Kaninchen vom 8.—28. April um 377 g an Gewicht abgenommen, während das ungeschorene um 313 g zugenommen hatte.

Richet sagt daher: »Es folgt aus diesen Angaben, dass ein geschorenes Kaninchen unter sonst ganz gleichen Verhältnissen eine um etwa ½ ° niedrigere Temperatur besitzt als ein ungeschorenes. Trotzdem muss es viel mehr Nahrung zu sich nehmen und trotz dieser reichlicheren Ernährung nimmt es nicht an Gewicht zu. Im Gegentheil verliert das geschorene Kaninchen fortwährend an Gewicht, während ein ungeschorenes unter den

gleichen Bedingungen stets zunimmt. Es rührt diess daher, dass ein geschorenes Kaninchen einen ungemein grossen Verlust von Wärme, d. h. von Spannkräften erleidet, und durch eben diese Thatsache ist es gezwungen, dieses Plus von Spannkräften aus seinen Nahrungsmitteln zu entnehmen. Allein trotz dieser viel reichlicheren Ernährung überwiegt der Verlust den Gewinn.«

Richet hat aber auch noch einen anderen sehr lehrreichen Versuch angestellt, aus welchem die vermehrte Wärmeabgabe des geschorenen Kaninchens direct erschlossen wurde. Er sagt darüber: »Dass die Wärmeabgabe von einem geschorenen Kaninchen bedeutend grösser ist, als die von einem nicht geschorenen, ist a priori verständlich und man kann sich durch das blosse Berühren beider davon überzeugen; aber wir haben diese Thatsache in viel wissenschaftlicherer Weise constatiren können, indem wir mittels Halbkugeln aus Kupfer ihre strahlende Wärme auffingen. Man kann auf diese Weise die Wärmestrahlen in einem Brennpunkt vereinigen, und dieser Brennpunkt kann z. B. die Kugel eines Leslie'schen Thermometers sein. Man vergleicht so die Ausstrahlung des einen und des anderen Kaninchens, indem man das Steigen der Weingeistsäule, welche im Leslie'schen Thermometer unter der Luftschichte liegt, beobachtet.

Indem wir so verfuhren, sahen wir, dass einmal am ersten Tag ein normales Kaninchen eine Deviation des Thermometers um 4,5 ° hervorbrachte, ein geschorenes dagegen um 8,5 °. Am folgenden Tag erzeugte ein normales Kaninchen eine Deviation von 3,5 ° und ein geschorenes von 7,5 °«.

Ueberblickt man alle die angeführten aus Thierexperimenten direct sich ergebenden Thatsachen, so kann danach kein Zweifel mehr darüber bestehen, dass durch die Bekleidung nicht bloss Wärme, sondern auch Ernährungsmaterial erspart wird. Allerdings haben in den erwähnten Versuchen die Kleidungsstoffe oder die Rohmaterialien, aus welchen sie hergestellt werden, selbst grösstentheils keine Verwendung gefunden, sondern es war in den meisten Fällen der thierische Pelz das Untersuchungsobject, allein es bildet dies für unsere Frage keinen principiellen Unterschied; denn die Thierpelze werden ja selbst zur Bekleidung des Menschen benützt.

Uebrigens lassen sich ausser den erwähnten Thatsachen noch weitere beibringen, aus welchen erschlossen werden kann, dass die Grösse der Wärmeersparung auch durch Kleidungsstoffe keineswegs gering ist. Um nur eine anzuführen, sei darauf hingewiesen, dass es Tscheschichin[1]) gelungen ist, bei Thieren, welchen er das Rückenmark durchschnitten hatte, wodurch eine Lähmung sämmtlicher vasomotorischer Nerven eintritt und somit der periphere Kreislauf ad maximum entwickelt ist, so dass durch vermehrte Wärmeabgabe die Körpertemperatur rasch bis zum Tode des Thieres sinkt, durch Einhüllen des thierischen Körpers in Baumwolle das Sinken der Körpertemperatur zu verzögern oder ihm vorzubeugen.

Ich will gewiss nicht bestreiten, dass das Wärme- und Kältegefühl die Wahl der Kleidung bestimmen, insoferne sie uns den Maasstab für deren grössere oder geringere Dicke abgeben, ich wollte nur nachweisen, dass Geigel an seine Versuche einen Schluss geknüpft hat, der viel zu weit geht und zu welchem seine Versuche auch aus dem Grunde nicht berechtigen, weil sie bei relativ viel zu hohen Aussentemperaturen (15—20 ° C.) ausgeführt sind. Nur wenn nachgewiesen wäre, dass auch bei niedrigem Stand der Temperatur der Aussenluft das gleiche Verhältnis statthat, wie bei dem höheren, nämlich, dass die Grösse der Wärmeabgabe gleich bleibt, ob ein Körpertheil bekleidet ist oder nicht, wäre der Schluss zulässig, dass durch die Kleidung eine Ersparung von Körperwärme nicht bewirkt wird. Dass aber dieser Nachweis nicht gelingen wird, dafür bürgt die Thatsache, dass wir durch eine wärmere Kleidung im Stande sind, uns vor dem Erfrieren zu schützen. Wenn, was wohl nicht bestritten werden kann, der Erfrierungstod dadurch eintritt, dass durch zu grosse Wärmeabgabe die Körpertemperatur bis zu einem Grade sinkt, dass die normalen Functionen lebenswichtiger Organe nicht mehr möglich sind, so kann die Wirkung der Kleidung, die das Erfrieren verhindert, nur darin bestehen, dass sie die Wärmeabgabe vom Körper in engeren Grenzen hält, d. i. Wärme erspart.

---

1) Archiv für Anat. u. Physiol. 1866 S. 151.

In neuester Zeit hat Hiller[1]) äusserst interessante Untersuchungen veröffentlicht, welche die wärmeaufspeichernde Wirkung der Kleidung am Menschen direct darthun. Hiller fand, dass unter gewissen Umständen infolge von vermehrter Wärmeproduction durch körperliche Kraftleistungen die Körpertemperatur ganz beträchtliche Steigerungen erfährt und dass der Grad der Erhöhung der Körpertemperatur unter sonst gleichen Verhältnissen ganz wesentlich von der Art der Bekleidung abhängig ist, so zwar, dass bei stärkerer Bekleidung die Eigenwärme eine höhere wurde, als bei leichterer. Es lässt sich diese Beobachtung nicht anders erklären, als in der Weise, dass in dem ersteren Falle grössere Wärmemengen im Körper zurückgehalten wurden, weil sie, gehindert durch die stärkere Bekleidung, nicht nach aussen entweichen konnten. Aber auch schon bei leichterer Bekleidung entsteht ein Missverhältnis zwischen Wärmeproduction und Wärmeabgabe. Es wird Wärme im Körper zurückgehalten und zwar unzweifelhaft durch die Vermittelung der Kleidung. Denn wenn die Steigerung der Körpertemperatur von anderen Factoren abhängig wäre, so liesse sich nicht einsehen, warum sie gerade bei dickerer Bekleidung in erhöhtem Maasse sich einstellte.

Während somit aus den früher angeführten Untersuchungen die Ersparung von Wärme durch die Kleidung vornehmlich daraus erschlossen wurde, dass sie die Abnahme der Körpertemperatur verhindert, sehen wir in den Hiller'schen Versuchen eine positive Wirkung zu Tage treten, nämlich eine Erhöhung der Eigenwärme des Körpers durch Hemmung der Wärmeabgabe seitens der Kleidung. In beiden Fällen sind die Wärmeregulirungsvorrichtungen des Körpers nicht mehr im Stande, die Bilanz zwischen Wärmeproduction und Wärmeabgabe herzustellen, aber hier wie dort bewirkt die Kleidung eine Verminderung der Wärmeabgabe, die in dem einen Falle den zu grossen Verlust von Wärme hintanhält, in dem anderen aber direct zur übermässigen Aufspeicherung von Wärme führt.

1) Weitere Beiträge zur Kenntnis der Wärmeökonomie des Infanteristen auf dem Marsche etc. Militärärztliche Zeitschrift 1886 Heft 7, 8 u. 9.

Anhang.

I. (Zu Seite 15.)

Die angeführten Zahlen bedeuten die beobachtete Temperaturabnahme in Zwischenräumen von je 5 Minuten.

Unbekleideter Cylinder.

Aussentemperatur zu Beginn	38,2°
des Versuches = 5,2° .	36,65
	35,2
	33,8
	32,55
	31,35
	30,2
Aussentemperatur am Ende	29,15
des Versuches = 5,4° .	28,2
	10,0°

Aussentemperatur = 5,3° .	38,3°
	36,8
	35,35
	33,85
	32,6
	31,35
	30,2
	29,2
Aussentemperatur = 5,3° .	28,2
	10,1°

Aussentemperatur = 5,4° .	38,4°
	36,9
	35,4
	34,0
	32,7
	31,5
	30,35
	29,35
Aussentemperatur = 5,4° .	28,35
	10,05°

Aussentemperatur = 6,1° .	39,1°
	37,55
	36,1
	34,8
	33,5
	32,3
	31,1
	30,0
Aussentemperatur = 6,1° .	29,05
	10,05°

Aussentemperatur = 6,2° .	39,0°
	37,5
	—
	34,75
	33,5
	32,3
	31,15
	30,05
Aussentemperatur = 6,2° .	29,05
	9,95

Aussentemperatur = 8,5° .	41,5°
	40,0
	38,5
	37,15
	35,85
	34,65
	33,5
	32,4
Aussentemperatur = 8,5° .	31,35
	10,15°

A.-T. = 8,7° .	41,7°	A.-T. = 9,2° .	42,2°	A.-T. = 9,6° .	42,6°
	40,15		40,7		41,1
	38,7		39,2		39,65
	37,35		37,8		38,25
	36,05		36,5		36,9
	34,9		35,3		35,7
	33,75		34,15		34,6
	32,7		33,1		33,55
A.-T. = 8,8° .	31,65	A.-T. = 9,2° .	32,1	A.-T. = 9,6° .	32,5
	10,05°		10,1°		10,1°

A.-T. = 9,9° .	42,9°	A.-T. = 10,1°	43,1°	A.-T. = 10,3°	43,3°
	41,25		41,5		41,8
	39,95		40,0		40,35
	38,6		38,6		38,95
	37,3		37,25		37,6
	36,1		36,05		36,35
	34,9		34,9		35,2
	33,8		33,8		34,1
A.-T. = 9,9 °.	32,8	A.-T. = 10,3°	32,7	A.-T. = 10,3°	33,0
	10,1°		10,4°		10,3

A.-T. = 10,3°	43,3°	A.-T. = 10,3°	43,3°	A.-T. = 11,2°	44,2°
	41,75		41,75		42,75
	40,35		40,3		41,3
	38,95		38,85		39,95
	37,65		37,5		38,6
	36,4		36,25		37,3
	35,3		35,1		36,05
	34,2		33,95		34,9
A.-T. = 10,4°	33,15	A.-T. = 10,3°	32,9	A.-T. = 11,2°	33,8
	10,15°		10,4°		10,4°

A.-T. = 11,4°	44,4°	A.-T. = 11,6°	44,6°	A.-T. = 12,6°	45,6°
	42,9		—		44,05
	41,5		41,65		42,55
	40,15		40,3		41,2
	38,8		38,95		39,9
	37,55		37,7		38,6
	36,3		36,45		37,5
	35,15		35,3		36,4
A.-T. = 11,4°	34,1	A.-T. = 11,6°	34,2	A.-T. = 12,6°	35,4
	10,3°		10,4°		10,2°

A.-T. = 13,7°	46,7°	A.-T. = 13,9°	46,9°
	45,15		45,35
	43,65		43,85
	42,25		42,45
	40,9		41,15
	39,6		39,9
	38,4		38,7
	37,3		37,55
A.-T. = 13,8°	36,3	A.-T. = 14,0°	36,5
	10,4°		10,4°

Leinwand, einfache Lage.

A.-T. = 10,6°	43,6°	A.-T. = 10,7°	43,7°	A.-T. = 10,8°	43,8°
	42,2		42,3		42,3
	—		40,85		40,95
	39,5		39,55		39,6
	38,3		38,3		38,35
	37,1		37,1		37,1
	36,0		35,95		35,95
	34,95		34,9		34,9
A.-T. = 10,6°	33,9	A.-T. = 10,7°	33,9	A.-T. = 10,8°	33,9
	9,7°		9,8°		9,9°

Shirting, einfache Lage.

A.-T. = 7,1° .	40,1°	A.-T. = 7,8° .	40,3°	A.-T. = 8,2° .	41,2°
	38,6		—		39,75
	37,25		37,55		—
	36,0		36,3		37,0
	34,75		35,15		35,85
	33,6		34,0		34,7
	32,5		32,9		33,6
	31,5		31,9		32,55
A.-T. = 7,1° .	30,5	A.-T. = 7,8° .	30,9	A.-T. = 8,2° .	31,55
	9,6°		9,4°		9,65°

Seidenstoff, einfache Lage.

A.-T. = 7,0° .	40,0°	A.-T. = 7,2° .	40,2	A.-T. = 7,2° .	40,2°
	38,6		38,8		38,75
	—		37,45		37,4
	35,95		36,2		36,2
	34,75		35,0		35,0
	33,6		33,85		33,9
	32,5		32,8		32,8
	31,5		31,75		31,8
A.-T. = 7,0° .	30,5	A.-T. = 7,2° .	30,85	A.-T. = 7,2° .	30,85
	9,5°		9,35°		9,35°

Flanell, einfache Lage.

A.-T. = 8,3° .	41,3°	A.-T. = 8,5° .	41,5°	A.-T. = 8,7° .	41,7°
	40,1		40,3		—
	38,95		39,1		39,3
	37,85		38,0		38,1
	36,8		36,95		37,1
	35,85		35,95		36,1
	34,85		—		35,1
	33,95		34,1		34,2
A.-T. = 8,3° .	33,05	A.-T. = 8,5° .	33,2	A.-T. = 8,7° .	33,25
	8,25°		8,3°		8,45°

Leinwand, doppelte Lage.

A.-T. = 11,2°	44,2°	A.-T. = 11,5°	44,5°	A.-T. = 11,6°	44,6°
	—		43,15		43,2
	41,5		41,8		41,85
	40,15		40,5		40,6
	38,9		39,2		39,4
	37,8		38,1		38,3
	36,75		37,0		37,25
	35,8		36,0		36,2
A.-T. = 11.2°	34,8	A.-T. = 11,5°	35,05	A.-T. = 11,6°	35,25
	9,4°		9,45°		9,35°

Shirting, doppelte Lage.

A.-T. = 12,9°	45,9°	A.-T. = 12,9°	45,9°	A.-T. = 16,4°	49,4°
	44,6		44,6		48,05
	43,35		43,3		—
	42,1		42,1		45,6
	41,0		41,0		44,5
	39,9		39,95		43,4
	38,85		—		42,4
	37,9		38,0		41,4
A.-T. = 12,9°	36,9	A.-T. = 12,9°	37,05	A.-T. = 16,4°	40,45
	9,0°		8,85°		8,95°

Seidenstoff, doppelte Lage.

A.-T. = 11,2°	44,2°	A.-T. = 11,4°	44,4°	A.-T. = 11,5°	44,5°
	42,85		43,1		43,2
	41,6		41,8		41,85
	40,35		40,6		40,65
	—		39,5		39,5
	38,1		38,4		38,4
	37,05		37,35		37,35
	36,1		36,4		36,35
A.-T. = 11,2°	35,1	A.-T. = 11,4°	35,4	A.-T. = 11,4°	35,4
	9,1°		9,0°		9,1°

Flanell, doppelte Lage.

A.-T.=15,0°	48,0°	A.-T.=15,1°	48,1°	A.-T.=16,2°	49,2°	A.-T.=16,4°	49,4°
	—		—		48,15		48,3
	46,0		46,1		47,15		47,3
	45,05		45,1		46,2		46,4
	44,15		44,2		45,3		45,4
	43,3		43,3		44,45		44,55
	42,45		42,45		43,6		43,75
	41,65		41,65		42,8		42,9
A.-T.=15,2°	40,9	A.-T.=15,1°	40,8	A.-T.=16,4°	42,0	A.-T.=16,2°	42,1
	7,1°		7,3°		7,2°		7,3°

Leinwand, siebenfache Lage.

A.-T. = 15,4°	48,4°	A.-T. = 15,9°	48,9°	A.-T. = 16,0°	49,0°
	47,1		47,7		47,7
	45,9		46,5		46,45
	44,8		45,4		45,3
	43,75		44,35		44,25
	42,75		43,35		43,25
	41,8		42,4		42,25
	40,9		41,5		41,4
A.-T. = 15,4°	40,1	A.-T. = 15,9°	40,6	A.-T. = 15,9°	40,5
	8,3°		8,3°		8,5°

Kammgarnstoff (Sommerstoff).

A.-T. = 7,0° .	40,0°	A.-T. = 7,2° .	40,2°	A.-T. = 7,2° .	40,2°
	38,6		38,8		38,75
	—		37,45		37,4
	35,95		36,2		36,2
	34,75		35,0		35,0
	33,6		33,85		33,9
	32,5		32,8		32,8
	31,5		31,75		31,8
A.-T. = 7,0° .	30,5	A.-T. = 7,2° .	30,85	A.-T. = 7,2° .	30,85
	9,5°		9,35°		9,35°

Satin.

A.-T. = 5,3° .	38,3°	A.-T. = 5,6° .	38,6°	A.-T. = 6,2° .	39,2°
	37,05		37,35		37,85
	35,9		36,15		36,7
	34,75		35,05		35,55
	33,7		34,0		34,5
	32,65		33,0		—
	31,65		32,0		32,55
	30,7		31,05		31,6
A.-T. = 5,3° .	29,75	A.-T. = 5,6° .	30,1	A.-T. = 6,2° .	30,65
	8,55°		8,5°		8,55°

Cheviot.

A.-T. = 5,0° .	38,0°	A.-T. = 5,3° .	38,3°	A.-T. = 5,3° .	38,3°
	36,9		37,2		37,2
	35,85		36,1		36,15
	34,8		35,1		35,1
	33,85		34,1		34,15
	32,9		33,15		33,2
	32,0		32,2		32,25
	31,1		31,3		31,4
A.-T. = 5,3° .	30,2	A.-T. = 5,3° .	30,45	A.-T. = 5,5° .	30,5
	7,8°		7,85°		7,8°

Winterbockskin.

A.-T. = 5,1° .	38,1°	A.-T. = 5,3° .	38,3°	A.-T. = 5,4° .	38,4°
	37,0		37,2		37,3
	36,0		36,2		36,3
	35,0		35,2		35,3
	34,1		34,3		34,4
	33,15		33,4		33,5
	32,25		32,55		32,6
	31,4		31,7		31,75
A.-T. = 5,4° .	30,6	A.-T. = 5,3° .	30,9	A.-T. = 5,6° .	30,9
	7,5°		7,4°		7,5°

Winterpaletotstoff.

A.-T. = 5,0° .	38,0°	A.-T. = 5,2° .	38,2°	A.-T. = 5,4° .	38,4°
	37,05		37,2		37,45
	36,1		—		36,5
	35,25		35,4		35,6
	34,4		34,5		34,7
	33,55		33,65		33,9
	32,75		32,85		33,05
	31,95		32,05		32,3
A.-T. = 5,3° .	31,2	A.-T. = 5,2° .	31,3	A.-T. = 5,4° .	31,5
	6,8°		6,9		6,9°

Glacéhandschuhleder.

A.-T. = 4,8° .	37,8°	A.-T. = 4,8° .	37,8°	A.-T. = 5,6° .	38,6°
	36,6		36,6		37,4
	35,45		35,5		36,25
	34,35		34,4		35,2
	33,3		33,3		34,2
	32,3		32,35		33,15
	31,3		31,4		32,2
	30,4		30,5		31,3
A.-T. = 4,8° .	29,5	A.-T. = 4,9° .	29,65	A.-T. = 5,6° .	30,4
	8,3°		8,15		8,2°

Waschleder.

A.-T. = 6,0° .	39,0°	A.-T. = 6,0° .	39,0°	A.-T. = 6,2° .	39,2°
	—		37,85		38,05
	36,7		36,75		36,9
	35,65		35,7		35,85
	34,6		—		—
	33,6		33,75		33,9
	32,7		32,8		32,95
	31,75		31,9		32,05
A.-T. = 6,0° .	30,9	A.-T. = 6,0° .	31,05	A.-T. = 6,2° .	31,2
	8,1°		7,95		8,0°

Jäger's Normalwollstoff, dünnerer, nicht gespannt.

A.-T. = 7,8°	40,8°	A.-T. = 7,9°	40,9°	A.-T. = 7,9°	40,9°	A.-T. = 8,0°	41,0°
	—		39,65		39,6		39,75
	38,25		38,4		38,4		38,55
	37,1		37,25		37,25		37,45
	36,0		36,15		36,15		36,35
	34,95		35,1		35,1		35,35
	33,95		34,1		34,1		34,35
	32,95		33,1		33,2		33,4
A.-T. = 7,8°	32,0	A.-T. = 7,9°	32,2	A.-T. = 7,9°	32,3	A.-T. = 8,0°	32,5
	8,8°		8,7°		8,6°		8,5°

Jäger's Normalwollstoff, dünnerer, etwas mehr gespannt.

A.-T. = 7,5° .	40,5°	A.-T. = 7,6° .	40,6°	A.-T. = 7,8° .	40,8°
	39,15		39,3		39,5
	37,85		38,0		38,25
	36,7		36,8		37,1
	35,55		35,7		35,9
	34,5		34,65		34,85
	33,45		33,65		33,85
	32,45		32,7		32,85
A.-T. = 7,5° .	31,5	A.-T. = 7,6° .	31,75	A.-T. = 7,8° .	31,9
	9,0°		8,85°		8,9°

Jäger's Normalwollstoff, dickerer, nicht gespannt.

A.-T. = 7,6° .	40,6°	A.-T. = 7,6° .	40,6°	A.-T. = 8,3° .	41,3°
	39,35		39,4		40,15
	38,25		38,35		39,0
	37,2		37,3		37,9
	36,15		36,35		36,85
	35,15		35,3		35,85
	34,2		34,35		34,9
	33,3		33,45		34,0
A.-T. = 7,6 .	32,4	A.-T. = 7,5° .	32,55°	A.-T. = 8,4° .	33,1
	8,2°		8,05°		8,2°

Hellblaues Militärtuch.

A.-T. = 6,6°	39,6°	A.-T. = 7,0°	40,0°	A.-T. = 7,0°	40,0°	A.-T. = 7,0°	40,0°
	38,4		38,8		38,8		—
	37,3		37,65		37,65		37,65
	36,25		36,6		36,6		36,6
	—		35,55		—		35,6
	34,25		34,55		34,65		34,65
	33,35		33,6		33,75		33,7
	32,4		32,7		32,85		32,8
A.-T. = 6,8°	31,6°	A.-T. = 7,0°	31,8	A.-T. = 7,1°	32,05	A.-T. = 7,0°	31,95
	8,0°		8,2°		7,95°		8,05°

Guttaperchastoff (Regenmantel).

A.-T. = 8,4° .	41,4°	A.-T. = 8,5° .	41,5°	A.-T. = 8,5° .	41,5°
	39,05		40,05		—
	—		38,7		38,65
	37,2		37,4		37,35
	36,0		36,25		36,15
	34,8		35,1		34,95
	33,75		34,0		33,85
	32,7		32,95		32,8
A.-T. = 8,4° .	31,7	A.-T. = 8,6° .	31,9	A.-T. = 8,5° .	31,75
	9,7°		9,6°		9,75°

II. (Zu Seite 17.)

Unbekleideter Cylinder.

Anfangstemp.	38,2°	38,3°	38,4°	39,0°	39,1°
Coëfficienten	0,01197	0,01157	0,01157	0,01203	0,01197
	1186	1167	1186	—	1186
	1186	1201	1186	1202	1157
	1169	1177	1177	1202	1156
	1148	1176	1167	1167	1148
	1152	1168	1159	1159	1152
	1139	1146	1139	1154	1146
	0,01136	0,01136	0,01130	0,01143	0,01130
Mittelwerthe	0,011641	0,011600	0,011628	0,011791	0,011594

Anfangstemp.	41,5°	41,7°	42,2°	42,6°	42,9°	43,1°
Coëfficienten	0,01157	0,01197	0,01157	0,01157	0,01277	0,01237
	1186	1186	1186	1167	1167	1226
	1173	1173	1186	1173	1157	1216
	1167	1167	1177	1177	1156	1213
	1158	1148	1167	1167	1148	1196
	1152	1143	1159	1152	1152	1185
	1146	1129	1146	1139	1146	1176
	0,01144	0,01130	0,01136	0,01136	0,01136	0,01177
Mittelwerthe	0,011604	0,011591	0,011642	0,011585	0,011674	0,012032

Anfangstemp.	43,3°	43,3°	44,2°	44,4°	44,6°
Coëfficienten	0,01197	0,01157	0,01117	0,01157	0,0 —
	1167	1167	1143	1143	1167
	1173	1173	1144	1144	1157
	1167	1177	1156	1156	1167
	1167	1176	1167	1148	1167
	1152	1168	1176	1168	1176
	1146	1161	1177	1168	1177
	0,01144	0,01163	0,01177	0,01163	0,01177
Mittelwerthe	0,011641	0,011678	0,011571	0,011559	0,011694

Anfangstemp.	45,6°	46,7°	46,9°	Mittel
Coëfficienten	0,01197	0,01203	0,01197	0,011834
	1206	1215	1206	0,011821
	1186	1211	1201	0,011789
	1177	1211	1191	0,011758
	1184	1217	1184	0,011684
	1168	1214	1184	0,011652
	1161	1203	1184	0,011570
	0,01150	0,01190	0,01177	**0,011513**
Mittelwerthe	0,011786	0,012080	0,011905	0,011700

III. (Zu Seite 32.)

1. Leinwand				2. Shirting			
9ʰ 40'	Tp. 20,0° C.	3ʰ 25'	Tp. 20,0° C.	3ʰ 55'	Tp. 20,05° C.	9ʰ 15'	Tp. 20,0° C
50	19,3	35	19,15	4ʰ 05	19,05	25	18,95
10ʰ —	15,7	45	15,25	15	14,9	35	14,9
10	11,0	55	10,8	25	10,45	45	10,5
20	7,45	4ʰ 05	7,2	35	7,0	55	7,05
30	4,8	15	4,6	45	4,5	10ʰ 05	4,5
40	3,0	25	2,85	55	2,9	15	2,8
	17,0		17,15		17,15		17,2

3. Flanell				4. Seidenzeug			
3ʰ 25'	Tp. 20,0° C.	4ʰ 05'	Tp. 20,0° C.	10ʰ 10'	Tp. 20,1° C.	3ʰ 30'	Tp. 20,0° C.
35	19,1	15	19,1	20	19,85	40	19,7
45	15,9	25	15,7	30	18,1	50	18,0
55	12,05	35	11,9	40	15,15	4ʰ —	15,1
4ʰ 05	8,9	45	8,8	50	12,05	10	12,0
15	6,45	55	6,45	11ʰ —	9,5	20	9,4
25	4,65	5ʰ 05	4,65	10	7,3	30	7,25
	15,35		15,35		12,8		12,75

5. Weiches Holz (Fichte)

$10^h 50'$	Tp. 20,0° C.	$3^h 55'$	Tp. 19,95° C.
11^h —	19,15	$4^h 05$	19,0
10	15,0	15	14,85
20	10,4	25	10,3
30	6,85	35	6,8
40	—	45	4,3
50	2,65	55	2,65
	17,35		17,3

6. Hartes Holz (Buche), der Faser nach

$3^h 35'$	Tp. 20,1° C.	$9^h 55'$	Tp. 20,05° C.
45	19,0	$10^h 05$	18,9
55	14,45	15	14,2
$4^h 05$	9,65	25	9,4
15	6,15	35	5,9
25	3,6	45	3,5
35	2,1	55	2,05
	18,0		18,0

7. Hartes Holz (Buche), rechtwinkelig zur Faser

$10^h 10'$	Tp. 20,0° C.	$3^h 25'$	Tp. 20,0° C.
20	18,4	35	18,4
30	13,6	45	13,65
40	9,1	55	9,1
50	5,75	$4^h 05$	5,75
11^h —	3,6	15	3,4
10	2,15	25	2,0
	17,85		18,0

8. Drehspähne von hartem Holz

$9^h 35'$	Tp. 20,05° C.	$3^h 55'$	Tp. 20,05° C.
45	16,8	$4^h 05$	16,7
55	11,05	15	10,8
$10^h 05$	6,8	25	6,65
15	4,15	35	4,0
25	2,55	45	2,5
35	1,65	55	1,6
	18,4		18,35

9. Watte, locker

$3^h 55'$	Tp. 20,0° C.	$11^h 10'$	Tp. 20,05° C.
$4^h 05$	15,7	20	15,8
15	10,25	30	10,3
25	6,45	40	6,5
35	3,95	50	4,0
45	2,4	12^h —	2,45
55	1,45	10	1,4
	18,55		18,65

10. Watte, fest zusammengepresst

$3^h 30'$	Tp. 20,1° C.	$4^h 15'$	Tp. 20,05° C
40	16,7	25	16,5
50	10,6	35	10,5
4^h —	6,45	45	6,3
10	3,7	55	3,7
20	2,15	$5^h 05$	2,1
30	1,25	15	1,25
	18,85		18,8

11. Luft

$11^h 10'$	Tp. 20,05° C.	$4^h 25'$	Tp. 20,05° C.
20	14,8	35	14,8
30	9,3	45	9,4
40	5,85	55	6,0
50	3,65	$5^h 05$	3,7
12^h —	2,3	15	2,3
10	1,4	25	1,45
	18,65		18,65

12. Blei (30 Minuten)

$11^h 20'$	Tp. 20,3° C.	$3^h 45'$	Tp. 20,2° C.
25	14,7	50	14,7
30	9,1	55	9,2
35	5,65	4^h —	5,85
40	3,45	05	3,6
45	2,1	10	—
50	1,3	15	1,4
	19,0		18,8

Ueber den Eiweissbedarf des Erwachsenen mit Berücksichtigung der Beköstigung in Japan.

Von

Dr. T. Nakahama

aus Tokio.

(Aus dem hygienischen Institut in Leipzig.)

Nicht bloss in Europa, sondern auch in Japan herrscht gegenwärtig die Meinung, dass die Beköstigung der Japaner eine sehr mangelhafte sei. Nach Wernich[1]) soll der Japaner psychische Schwäche und geringere Entwickelung der Muskulatur zeigen und als Nahrung täglich 3 mal je 470 g Reis und nur von Zeit zu Zeit kleine Portionen von Fleisch und gesalzene Gemüse aufnehmen. Unter den Sachverständigen Japan's behauptet man vielfach, obwohl allerdings noch graduelle Unterschiede existiren, dass die Reisnahrung mangelhaft sei und besonders für die japanische Armee die Reiskost in europäische Brodnahrung umgewandelt werden müsse. Diese Ansicht ist sogar so ausgeartet, dass man vorgeschlagen hat, unsere Reisfelder womöglich in Weizen- resp. Kornfelder umzuarbeiten. Ferner gibt es zahlreiche Aerzte in Japan, welche die Ursache der bei uns und in Indien endemisch auftretenden Infectionskrankheit — Kak-ke (Beri-Beri) — der Reisnahrung oder vielmehr dem infolge der N-armen und C-reichen Reisnahrung entstehenden Missverhältnisse von N-haltiger und N-loser Nahrung zuschreiben; als Hauptmedicament geben sie dem armen Patienten ein ihm bis jetzt ganz ungewohntes Brod oder gekochte Gerste. Aber was sollen die Keime einer Infections-

---

1) Wernich, Geographisch-medicinische Studien nach den Ergebnissen einer Reise um die Erde 1877.

krankheit wie eben Kak-ke mit der Reisnahrung zu thun haben. Wer mit Kak-ke-Gift oder Kak-ke-Pilzen inficirt ist, wird krank, aber keineswegs entsteht die Krankheit durch den alleinigen Genuss von Reis.

Was in Japan zur Annahme der Unzulänglichkeit der Reisnahrung geführt hat, beruht auf dem geringen Gehalt des Reises an Eiweiss im Vergleich zu dem Eiweissgehalt des Weizens oder Roggens, wobei natürlich die Zusammensetzung des Brodes und des gekochten Reises berücksichtigt werden muss[1]).

Die verschiedenen Brodsorten enthalten procentisch weniger Eiweiss als die Rohstoffe, das Mehl, aus welchem sie bereitet werden, z. B.

	Wasser	Eiweiss
feines Weizenmehl . .	13,34 %	10,18 %
Weizenbrod	35,59	6,59
Roggenmehl	13,71	11,52
Roggenbrod	42,27	6,11.

In Japan kocht man Reis gewöhnlich sehr trocken, nur mit so viel Wasser, um die einzelnen Reiskörner aufquellen zu lassen, so dass der gekochte Reis kein tropfbares Wasser enthält. Es enthält im Mittel:

	Wasser	fester Theil	Eiweiss
100 g gekochter Reis . . .	63 %	37 %	3 %.

Es enthalten also die beiden Brodsorten doppelt so viel Eiweisskörper als gekochter Reis, aber man geniesst mit dem gekochten Reis zugleich viel mehr Wasser als im Brod. Wenn man nun Brod und gekochten Reis auf dieselbe Menge fester Theile reducirt, so würde man finden:

Weizenbrod	100 g	= gekochter Reis	174,6 g
feste Theile	64,61	. . . .	64,61
Wasser	35,39	. . . .	109,91
Eiweiss	7,06	. . . .	5,24

1) König, Zusammensetzung der menschlichen Nahrungs- und Genussmittel 1882 S. 106, 108, 118, 119

Roggenbrod	100 g	= gekochter Reis	156 g
feste Theile	57,73	. . . .	57,73
Wasser	42,27	. . . .	98,27
Eiweiss	6,11	. . . .	4,68

Die Unterschiede sind also nicht sehr gross; wir geniessen auch niemals den Reis allein, sondern immer mit andern Speisen zusammen; so dass die kleine Differenz des Reiseiweisses nicht viel ausmacht. Scheube nimmt auch an, dass der Reis bei den Japanern eine bessere Ausnützung findet als bei den Europäern und schreibt diese dem längeren Darm der Japaner zu (a. a. O.).

Dagegen hält man die Reisnahrung in Europa deshalb für wenig vortheilhaft, weil man meint, dass der Japaner hauptsächlich nur von eiweissarmem Reis lebt, und dass er, um den durch die Zersetzungen entstehenden Eiweissverlust zu decken, eine so grosse Menge Reis vertilgen muss, dass der Verdauungsapparat eine grosse Last aufgebürdet erhält, infolgedessen mancherlei Beschwerden eintreten können. — In Japan isst man aber gewöhnlich nicht so viel Reis, als man in Europa denkt; durchschnittlich verzehrt ein Erwachsener täglich 400—700 g ungekochten Reis mit Fischen und Gemüsen. Die oben von Wernich angegebene, anscheinend grosse Quantität beruht auf einer Verwechselung mit gekochtem Reis, welcher mehr als 60 % Wasser enthält, wie schon von Scheube[1]) hervorgehoben wurde. Scheube ermittelte auch an 9 Japanern die aufgenommenen Nahrungsmengen sowie die Ausscheidungsgrössen des Stickstoffes im Harn. Die dort gemachten sorgfältigen Angaben zeigen, dass die japanische Kost keineswegs einförmig aus Reis besteht, welcher nur jenen Haupttheil der Nahrung ausmacht, wie in der europäischen Arbeiterkost das Brod den relativ grössten Theil beträgt.

In der militärischen Akademie[2]) zu Tokio wird für jeden Studenten pro Tag eine Ration von 1750 g gekochten Reises (mit

1) Scheube, Archiv f. Hygiene 1883 Bd. 1 S. 352.

2) In dem Descriptiv catalog of the japanese home departments 1884 S. 40 findet man die von Eykmann gemachte Analyse der Nahrung der militärischen Akademie zu Tokio.

643,3 g fester Theile) und 757 g anderer Speise (mit 107,3 g fester Theile gerechnet.

Mit dieser Nahrung können die Studenten der militärischen Akademie recht starke körperliche Leistungen ausführen, und man hat bis jetzt niemals einen Mangel in der Ernährung gefunden.

Nach Tiegel[1]) leben japanische Läufer am Marschtage fast nur von Reis und verzehren alle 2—3 Stunden grosse Mengen davon. Allerdings essen diese Leute sehr häufig am Marschtage, etwa 5 mal täglich, aber je öfter sie essen, desto weniger essen sie, so dass die gesammte Menge nicht eben allzucolossal wird; ausserdem essen sie nie bloss Reis, sondern immer eine andere Speise dazu. Bei jeder Ruhestation im Lande gibt es eine Art von Restaurant, wo verschiedene Speisen auf kleinen Tellern angerichtet auf einem Tische ausgebreitet werden, die man nach Belieben auswählt, wie das in den meisten Bahnhofsrestaurationen der Fall ist. — Es gibt ja natürlich Leute, welche nach starker Arbeitsleistung infolge grösseren Appetites grosse Mengen Reises verzehren, gerade wie es in Deutschland Leute gibt, welche regelmässig oder bei bestimmten Gelegenheiten grosse Quantitäten Nahrung oder Getränke aufzunehmen vermögen. Aber das ist alles nicht durchschnittliche Lebensweise. So wenig die Annahme richtig ist, dass der Deutsche fast nur von Bier lebt, ebensowenig ist die Meinung richtig, dass der Japaner nur von Reis lebt.

Man hört nicht selten die Ansicht aussprechen, dass das japanische Volk infolge der Reisnahrung sehr schwach und elend sei. Diese Annahme ist aber nicht zutreffend. Ich kann versichern dass die Hauptmasse des japanischen Volkes, obgleich sie durchschnittlich von kleinerer Statur als die Europäer, gleichwohl kräftig und gesund ist. Gerade die Leute aus arbeitenden Klassen in Japan, welche hauptsächlich Vegetabilien als Nahrung geniessen, sind viel kräftiger und gesünder als wohlhabende Leute, die viel animalische Nahrung verzehren. Die Schuld daran kann nicht in der Reisnahrung, sondern in dem in Japan üblichen Mangel an körperlichen Bewegungen und in häufigeren Krankheiten der Wohlhabenden liegen. Die Männer der arbeitenden Klassen

1) Tiegel, Japan. Läufer. Archiv f. Physiologie Bd. 31 S. 607.

leisten sehr häufig die denkbar grössten Arbeiten — Wagenzieher von Dzin-riki-sha (Menschenkraftwagen), welche überall in Japan sich finden, können, wie auch Tiegel[1]) bemerkt hat, und zwar mit Reisenden auf ihren Wagen, ohne grosse Anstrengung eine Strecke von 50—70 km täglich laufen. Ihre grosse körperliche Thätigkeit hat auch Scheube[2]) erwähnt. Fischer der in der Nähe von Tokio gelegenen Provinzen, welche den ganzen Tag über gefischt haben, rudern unmittelbar danach mit ihrem Fang nach Tokio und zwar oft eine Strecke von mehr als 70 km, um am anderen Tage früh zum Fischmarkt in Tokio ihre Fische zu liefern. Bei den meisten Bauern, Erdarbeitern und Vorläufern von Pferden[3]) gilt in Bezug ihrer Arbeitsfähigkeit dasselbe. Bälz[4]) zu Tokio hat nach langjähriger Beobachtung sich davon überzeugt, dass auch im Innern des Landes das Volk meist kräftig ist und schwach Gebaute eine Ausnahme bilden. Nach Jankka[5]) und Buren[6]) haben die Japaner einen kräftigen Körperbau und verrichten sehr anstrengende Arbeit. Nach dem Berichte der österreichisch-ungarischen Expedition[7]) sollen die Japaner weniger stark als die Chinesen gebaut, aber muskulöser und in ihren Bewegungen lebhafter und gewandter sein u. s. w. Man sieht hieraus zur Genüge, dass die Japaner nicht elend und schwach, sondern meistens kräftig und stark sind, wie nicht nur ich, sondern auch viele fremde Autoren behaupten.

Um zu untersuchen, ob die japanische Kost eine mangelhafte sei, ist es nothwendig, vor allem festzustellen, wie viel von einzelnen Nahrungsstoffen, besonders von Eiweiss ein Individuum

---

1) Tiegel, a. a. O.

2) Scheube, Archiv f. Hygiene 1883 Bd. 1 S. 352.

3) Vorläufer von Pferden sind eigentlich Stallknechte. Früher mussten die Personen, die eine Stelle als Stallknecht zu erhalten wünschten, vor schnell rennenden Pferden herlaufen können; jetzt ist dies nicht mehr gebräuchlich.

4) Bälz, Mittheilungen d. deutsch. Gesellschaft f. Natur- u. Völkerkunde 1885 Heft 32 S. 56.

5) Jankka, Zeitschrift f. Ethnologie 1877.

6) Buren, The food of japanese people 1881.

7) Fachmännische Berichte über die österreichisch-ungarische Expedition nach Siam, China und Japan (1872) S. 179.

in bestimmten Zeitabschnitten, beziehentlich in 24 Stunden aufnehmen muss, um sich längere Zeit auf seinem Stoffbestand zu erhalten[1]).

Man hat sich zwar seit langer Zeit mit dieser Frage beschäftigt, und das Meiste verdanken wir hierin Pettenkofer und Voit. Letzterer nimmt an, dass ein mittlerer Arbeiter täglich 118 g Eiweiss aufnehmen muss.

Die Feststellung des Eiweissbedarfes ist darum von wesentlichster Bedeutung, weil die Beschaffung der für den Körper nothwendigen Fette und besonders der Kohlehydrate viel leichter auszuführen ist, so dass ein schlecht oder ungenügend ernährter Mensch häufig an Eiweiss, nicht aber an N-freien Nährstoffen Mangel leidet. Es gibt im allgemeinen 4 Methoden, um den Eiweissbedarf eines Erwachsenen zu bestimmen. Diese sind:

1. Man berechnet die Eiweisssubstanz aus den rohen Lebensmitteln, welche in Familien, Anstalten u. s. w. verbraucht werden.
2. Man bestimmt die Eiweissmenge in den fertig zugerichteten Speisen, welche von einzelnen Individuen an einem Tage verzehrt werden.
3. Bestimmung des Eiweisses, durch welche das N-Gleichgewicht im Körper erhalten werden kann.
4. Bestimmung des in Urin und Fäces ausgeschiedenen Stickstoffs bei beliebiger, aber erfahrungsgemäss genügender Nahrungsaufnahme.

Die erste Methode gibt leicht dadurch viel zu hohe Werthe, dass die einzelnen Rohmaterialien eine wechselnde und unbekannte Menge von verschiedenen nicht essbaren Abfallstoffen enthalten, so dass nicht zu berechnen ist, wie viel ein Individuum wirklich verzehrt hat.

Nach H. Ranke[2]) wurden für italienische Arbeiter pro Kopf und pro Tag folgende Nahrungsmengen gefunden:

1) Voit, Die Ernährung S. 519.
2) H. Ranke, Zeitschr. f. Biologie 1877 Bd. 13 S. 131.

Eiweiss	=	167 g
Fett	=	117
Kohlehydrate	=	675

Nach Böhm [1]) berechnet sich bei armen Familien in der Niederlausitz die tägliche Nahrungsaufnahme:

Eiweiss	=	64 g
Fett	=	25
Kohlehydrate	=	366

Anderseits hat Ohlmüller [2]) bei siebenbürgischen Feldarbeitern während der Ernte, wo sie sich sehr stark anstrengten und nur von Mais, Fischen und Salz lebten, bei deren Zubereitung kein Verlust stattfinden sollte, pro Kopf und Tag aus den Rohnahrungsmaterialien berechnet:

Eiweiss	=	181,9 g
Fett	=	93,3
Kohlehydrate	=	907,7

Solche colossale Quantitäten sind vielleicht bedingt durch abnormen Appetit infolge der sehr angestrengten Thätigkeit während der Ernte, entschieden aber nicht die gewöhnliche Diät der Arbeiter.

Die zweite Methode gibt zwar die an einem Tage verzehrte Menge der Nahrungsstoffe an, aber nicht die zu Erhaltung des Körpers nothwendige Eiweissmenge. Denn je nach der Wahl der Nahrungsmittel schwankt die Verdaulichkeit des Eiweisses in weiten Grenzen. Nach dieser Methode haben z. B. Forster [3]) Steinheil [4]), Jürgensen [5]), Beaunis [6]) u. s. w. gefunden:

---

1) Böhm, Vierteljahresbericht f. öffentl. Gesundheitspflege 1869 Bd. 1 S. 374.

2) Ohlmüller, Zusammensetzung der Kost siebenbürgischer Feldarbeiter. Zeitschr. f. Biologie 1884 Bd. 20 S. 393.

3) Forster, Zeitschr. f. Biologie 1873 Bd. 9 S. 390.

4) Steinheil, Zeitschr. f. Biologie 1877 Bd. 13 S. 421.

5) Jürgensen, Zeitschr. f. Biologie 1886 Bd. 22 S. 489.

6) Beaunis H., Recherches expérimentales sur les conditions de l'Activité cerebrale. Paris 1884 p. 7.

	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate	
Arbeiter	132,6 g	95,3 g	421,8 g	F. Forster
„	131,0	67,6	494,0	„
Junger Arzt	126,6	88,8	361,8	„
„	134,4	102,0	291,7	„
Arbeiter	132,78 g	113,12 g	633,82 g	E. Steinheil
37 jähriger Arzt	135,0	140,0	250,0	Jürgensen
35 jährige Frau	95,0	105,0	220,0	„
48 jähriger Arzt	91,5	61,0	235,0	Beaunis.

Die dritte Methode, das N-Gleichgewicht bei verschiedenen Mischungen der Speisen zu erzielen, kann keinen Aufschluss über den Eiweissbedarf geben.

Nach Pettenkofer und Voit[1]) befand sich ein Arbeiter mit folgenden Nahrungsstoffquantitäten im N-Gleichgewicht:

	bei Ruhe	bei Arbeit
Eiweiss	137 g	137 g
Fett	72	173
Kohlehydrate . . .	352	352

Nach J. Ranke[2]) wurde bei Mittelgewicht von 74 kg das N-Gleichgewicht mit Nahrungsmitteln von folgender Zusammensetzung erzielt:

	Eiweiss	Kohlenstoff
a.	95,1 g	228,72 g
b.	122,25	218,4

Beneke[3]) konnte mit:

Eiweiss	90 g
Fett	79
Kohlehydrate	285

zwei Wochen lang das N-Gleichgewicht erhalten.

---

1) Pettenkofer u. Voit, Zeitschr. f. Biologie Bd. 2 S. 488.
2) J. Ranke, Archiv d. Anatomie u. Physiologie 1862 S. 329.
3) Beneke, Schrift d. Gesellsch. z. Beförd. d. Naturwiss. zu Marburg 1878 Bd. 11 S. 277.

Die Werthe der vierten Methode geben im Gegensatz zu den anderen, sicher die in die Circulation gelangte Eiweissmenge an. Wenn ein Individuum längere Zeit mit einer solchen Nahrung kräftig und arbeitsfähig bleibt, so ergibt sich diejenige Quantität von Eiweiss, mit welcher der Betreffende seinen Bedarf im Körper zu decken vermag.

Pflüger und Bohland [1]) haben bei 8 Personen die N-Ausscheidung im Urin bestimmt; sie fanden durchschnittlich pro Tag und pro Kopf:

12,672 g N = 81,7 g Eiweiss.

Bleibtreu und Bohland [2]) haben bei jungen, gut genährten Arbeitern durchschnittlich pro Tag und pro Kopf 14,953 g N = 96,467 g Eiweiss gefunden.

Flügge [3]) hat beim Institutsdiener in Leipzig, den auch ich als Versuchsperson verwendete, bei dessen gewöhnlicher Kost pro Tag nur 9—10 g N im Urin gefunden; einzelne Personen in Leipzig und 2 Arbeiter in Berlin lieferten ihm in 24 Stunden 8—11 g N.

Auf die Aufforderung des Herrn Prof. Dr. Hofmann hin habe ich an verschiedenen Individuen aus den arbeitenden Klassen Sachsens, wo sie bekanntlich sehr wenig Fleisch geniessen und trotzdem grosse Arbeit leisten, Untersuchungen über den Eiweissumsatz angestellt und zwar hauptsächlich, weil im gewöhnlichen Leben N-haltige Nahrungsmittel verhältnismässig schwerer als N-freie zu beschaffen sind, und weil die erforderliche Eiweissmenge bei ein und demselben Individuum nicht wie bei N-freien Nahrungsmitteln unter verschiedenen Körperzuständen (Ruhe, Arbeit u. s. w.) variable ist. Ich habe die diesbezüglichen Untersuchungen im Jahre 1886 im hygienischen Institute in Leipzig gemacht und erlaube mir an dieser Stelle dem Herrn Prof. Dr. Hofmann für die Anleitung, welche ich von ihm zur Ausführung

1) Pflüger u. Bohland. Pflüger's Archiv f. d. ges. Physiologie 1885 Bd. 36 S. 165.

2) Bleibtreu u. Bohland. Ebendaselbst 1886 Bd. 38 S. 1.

3) Flügge, Beiträge d. Hygiene 1879 S. 117.

der vorliegenden Arbeit erhalten habe, meinen besten Dank auszusprechen.

Um die ganze N-Menge der aufgenommenen Nahrung, sowohl der, welche im menschlichen Körper ihre Verwerthung gefunden hat, als auch der, welche unresorbirt den Körper wieder verlässt, zu bestimmen, braucht man nur unter entsprechenden Cautelen die von den einzelnen Versuchstagen stammenden Excremente zu sammeln und der elementaren Analyse zu unterwerfen. So einfach und leicht auch diese Untersuchung erscheint, ist sie doch mit manchen Schwierigkeiten verbunden, weil ich nur solche Personen benützen wollte, welche körperlich kräftig waren und fortwährend schwere Arbeit leisteten, gleichmässig lebten und in jeder Beziehung meinen Ansprüchen Folge leisteten..

Im Ganzen habe ich an 13 Personen Untersuchungen angestellt und zwar an mir selbst (I u. II), an einem gesunden Diener des hygienischen Institutes (III u. IV), an 2 Klempnern (V u. VI), 2 Schmieden (VII u. VIII), 4 Soldaten, welche in der Militärbäckerei arbeiteten (IX, X, XI u. XII) und an 3 Erdbohrern in Naunhof (XIII, XIV u. XV), welche bei Tiefbohrungen mittels Handarbeit beschäftigt waren, den Unbilden der Witterung ausgesetzt die schwerste Arbeit zu leisten hatten.

Was die Untersuchungsmethode anbelangt, so möchte ich hier ganz kurz das Hauptsächlichste erwähnen. Um den Harn zu sammeln, liess ich jede Versuchsperson zu Anfang des ersten Versuchstages die Harnblase vollständig entleeren und die folgende Zeit bis zum Anfang des nächsten Versuchstages sämmtlichen Harn sammeln. Um den zum Versuchstage gehörigen Koth zu erhalten, nahm ich selbst wie auch der Diener des hygienischen Instituts Kohlenpillen; bei den übrigen Versuchspersonen konnte ich die Abgrenzung nicht gut in dieser Weise ausführen, doch war es bei allen anderen Versuchspersonen günstig, dass sie an jedem Versuchstage infolge der reichlichen Pflanzenkost Koth entleerten. Bei diesen Personen berücksichtigte ich den Koth am ersten Versuchstage nicht und sammelte zu meinen Untersuchungen erst den am zweiten Tage entleerten Koth und

weiterhin alle folgenden Ausleerungen bis zum Tage nach dem Schlusstage inclusive, so dass ich annehmen kann, ziemlich genau die Kothmenge der Versuchstage bekommen zu haben, weil einmal diese Personen lange Zeit sehr gleichmässig gelebt hatten und deshalb bei gleicher Nahrung täglich eine gleiche Menge Koth entleerten, so dass bei Beginn wie beim Schluss der Versuchsperiode eine fast gleiche Menge Koth im Darme vorhanden bleibt.

Den N sowohl im Harn als auch im Kothe habe ich nach der von Wirforth[1]) modificirten Kjeldahl'schen[2]) Methode bestimmt und multiplicirte ich diesen Werth mit 6,25, um aus dem N trockenes Eiweiss auszurechnen.

Zuerst habe ich selbst den N-Gehalt meines Urins bestimmt.

I.

29 jähriger Arzt mit 56 kg Körpergewicht. Gesund. Verpflegt in einer Pension, wo man beliebige Mengen nach Bedarf essen konnte.

Das Resultat ist:

Datum		Harnmenge	N			NaCl		P_2O_5	
		ccm	in g	%	auf Eiweiss	in g	%	in g	%
Mittwoch	10. März	1530	13,4	0,86	83,75	10,50	0,68	2,87	0,18
Donnerstag	11. „	1710	16,47	0,96	102,94	13,28	0,77	2,78	0,16
Freitag	12. „	1520	12,95	0,85	80,94	9,30	0,61	2,68	0,17
Samstag	13. „	1500	15,69	1,04	98,06	11,11	0,74	2,92	0,19
Sonntag	14. „	1520	14,83	0,97	92,69	12,13	0,8	1,99	0,13
Montag	15. „	1620	13,59	0,84	84,94	14,14	0,87	1,92	0,12
Dienstag	16. „	1750	11,85	0,67	70,94	15,28	0,87	1,87	0,10
	Mittel	1593,8	14,04	—	87,75	12,25	—	2,43	—

1) Wirforth, Zeitschrift f. analytische Chemie 1885 Bd. 24 S. 455.
2) Kjeldahl, Ebenda 1883 Bd. 12 S. 366.

II.

Versuchsperson wie I. (Harn und Koth.)

Am 16. März früh unmittelbar nach dem Kaffee 3 Kohlenpillen genommen.

Am 17. früh entleerte ich schwarz gefärbten Koth, den ich zur Untersuchung nahm, am Schlusstag (22.) unmittelbar nach dem Abendbrod nahm ich wiederum 2 Kohlenpillen; am 23. früh gefärbte Fäces. Jede Kothportion wird gesondert analysirt.

Datum	Harn						Koth					
	Harnmenge	N			P_2O_5		frisch	fest	fest	N		
	ccm	in g	%	auf Eiweiss	in g	%	g	g	%	in g	%	auf Eiweiss
Mittw. 17. März	1700	16,64	0,98	103,98	2,36	0,14	149	22,0	14,67	1,20	5,46	7,5
Donn. 18. „	1080	14,97	1,38	93,95	2,44	0,23	169	22,3	13,19	1,52	6,84	9,5
Freit. 19. „	1930	12,29	0,63	76,83	2,17	0,11	88,5	18,6	21,02	1,22	6,61	7,62
Samst. 20. „	2440	14,85	0,60	92,84	2,77	0,11	221,5	34,7	15,66	2,32	6,96	14,50
Sonnt. 21. „	2000	14,37	0,72	89,82	2,72	0,14	82,5	12,5	15,15	0,81	6,49	5,06
Mont. 22. „	1980	16,22	0,82	101,41	3,29	0,16	215,5	32,0	14,85	2,11	6,60	13,19
Dienst. 23. „	1990	13,40	0,67	83,80	2,39	0,12	67	16,7	24,92	1,19	7,12	7,44
Mittel	1874	14,68	—	91,73	2,59	—	141,85	22,69	—	1,48	—	9,26

In den Excrementen wurden also pro 24 Stunden durchschnittlich ausgeschieden:

	N		Eiweiss
Urin	14,68 g	=	91,73 g
Koth	1,48	=	9,26
Gesammte Menge	16,16 g	=	100,99 g.

III.

50jähriger, gesunder Diener des hygienischen Institutes, mit dem Körpergewicht von 53 kg. Als Nahrung hauptsächlich Gemüse, täglich Fleisch und vormittags Brod mit Käse oder Wurst.

In der ersten Beobachtungsreihe wurde nur der Harn untersucht.

Das Resultat ist:

Datum		Harnmenge	N			NaCl		P_2O_5	
		ccm	in g	%	auf Eiweiss	in g	%	in g	%
Donnerstag	11. März	1910	13,58	0,69	84,87	12,82	0,65	2,99	0,15
Freitag	12. „	1780	14,31	0,80	89,44	11,10	0,62	2,38	0,13
Samstag	13. „	1810	10,82	0,60	67,62	20,20	1,12	2,37	0,13
Sonntag	14. „	2070	12,71	0,61	79,44	18,94	0,91	2,59	0,12
Montag	15. „	1850	14,61	0,78	91,31	17,43	0,94	3,17	0,17
Dienstag	16. „	1980	14,22	0,72	88,87	18,65	0,94	2,10	0,10
	Mittel	1908	13,37	—	83,56	16,59	—	2,6	—

IV.

Versuchsperson wie Nr. II. (Harn und Koth.)

Am 16. früh nach dem Kaffee 3 Kohlenpillen genommen, am 17. früh eine Pille in dem entleerten Koth wieder gefunden, ohne dass derselbe gefärbt war. Am 18. keine Kothentleerung. Der am 19. entleerte Koth war gefärbt, ich hob ihn zur Untersuchung auf. Am 22. abends nahm er nach dem Abendbrod wieder 3 Pillen, durch die der am 24. früh entleerte Koth zum Theil gefärbt war, so dass ich ihn von dem ausser der Periode herrührenden Kothe trennen konnte.

Datum	Harn						Koth					
	Harnmenge	N			P_2O_5		frisch	fest	fest	N		
	ccm	in g	%	auf Eiweiss	in g	%	g	g	%	in g	%	auf Eiweiss
Mittw. 17. März	1680	13,86	0,82	86,65	1,95	0,12	—	—	—	—	—	—
Donn. 18. „	1400	12,61	0,90	78,84	2,11	0,15	—	—	—	—	—	—
Freit. 19. „	1700	12,11	0,71	75,72	1,53	0,09	171,9	33,4	19,43	2,26	6,77	14,12
Samst. 20. „	1420	11,42	0,80	71,35	2,13	0,15	321,5	27,5	8,55	1,51	5,50	9,44
Sonnt. 21. „	2160	14,13	0,65	88,33	2,86	0,13	—	—	—	—	—	—
Mont. 22. „	1780	11,40	0,64	71,29	2,47	0,14	259,6	62,6	24,71	3,83	6,12	23,94
Dienst. 23. „	1810	12,86	0,71	80,39	2,15	0,12	—	—	—	—	—	—
Mittw. 24. „	—	—	—	—	—	—	75,5	19,0	25,16	1,17	6,13	7,31
Mittel	1707,1	12,63	—	78,94	2,17	—	118,35	20,35	—	1,25	—	7,83

In den Excrementen pro 24 Stunden durchschnittlich ausgeschieden:

	N		Eiweiss
Urin	12,63 g	=	78,94 g
Koth	1,25	=	7,83
Gesammte Menge	13,88 g	=	86,77 g.

Die Untersuchung der Fäces der folgenden V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII, XIII, XIV und XV wird so ausgeführt, dass man in jeder Portion Wasser resp. feste Theile bestimmt, nach dem Trocknen die ganze Fäces-Menge einer Person zusammenstösst, gut pulvert, mischt, dann den Stickstoff bestimmt und die gesammte N-Menge durch die Anzahl der Versuchstage dividirt.

V.

Gesunder, kräftiger Klempner, 43 Jahre alt, mit dem Körpergewicht von 77,8 kg.

Nahrung bestand hauptsächlich aus Vegetabilien. 10stündige Arbeitszeit.

(Harn und Koth.)

Datum	Harn								Koth					
	Harnmenge	N			NaCl		P_2O_5		frisch	fest	fest	N		
	ccm	g	%	auf Eiweiss	g	%	g	%	g	g	%	g	%	auf Eiweiss
Dienst. 6. April	2110	12,49	0,59	78,06	16,65	0,79	3,11	0,15	155,0	38,0	24,52			
Mittw. 7. „	2160	12,5	0,58	78,12	23,20	1,07	2,67	0,12	66,0	18,5	28,03			
Donn. 8. „	2260	12,64	0,56	79,0	29,76	1,31	2,57	0,11	113,0	30,0	26,55	9,70	6,81	60,62
Freit. 9. „	2400	9,74	0,4	60,87	21,09	0,88	2,55	0,10	62,0	24,0	38,71			
Samst. 10. „	2670	9,07	0,34	56,68	20,18	0,75	2,19	0,08	121,5	32,0	26,34			
Mittel	2320	11,29	—	70,56	22,17	—	2,62	—	103,5	28,5	—	1,94	—	12,12

Durchschnittlich sind in den Excrementen pro Tag enthalten:

	N		Eiweiss
Urin	11,29 g	=	70,56 g
Koth	1,94	=	12,12
Summe . . .	13,23 g	=	82,68 g.

VI.

Kräftiger, 23jähriger Klempnergehilfe, mit dem Körpergewicht von 53 kg. Arbeitszeit 10 Stunden.

Durchschnittliche Speise ähnlich V, mit dem er zusammen lebt.

Datum	Harn								Koth					
	Harnmenge	N			Na Cl		P_2O_5		frisch	fest	fest	N		
	ccm	g	%	auf Eiweiss	g	%	g	%	g	g	%	g	%	auf Eiweiss
Dienst. 6. April	800	7,24	0,9	45,25	7,06	0,88	1,51	0,19	40,5	12,0	29,63			
Mittw. 7. ,,	1280	10,94	0,85	68,37	19,12	1,49	2,69	0,21	194,0	48,5	25,0			
Donn. 8. ,,	2020	9,14	0,45	57,13	31,27	1,55	2,02	0,10	234,0	51,0	21,79	11,7	7,8	73,12
Freit. 9. ,,	1400	7,09	0,51	44,31	17,72	1,26	1,87	0,13	—	—	—			
Samst. 10. ,,	1900	9,88	0,52	61,75	18,41	0,97	2,11	0,11	123,8	35,3	28,51			
Mittel	1480	8,86	—	55,36	18,71	—	2,04	—	118,46	29,36	—	2,34	—	14,62

Durchschnittlich sind in den Excrementen pro Tag enthalten:

	N		Eiweiss
Urin	8,86 g	=	55,36 g
Koth	2,34	=	14,62
Summe . . .	11,20 g	=	69,98 g.

VII.

Gesunder, kräftiger, 33 jähriger Schmied mit dem Körpergewicht von 60,7 kg. 9½ stündige Arbeitszeit. Als Nahrung nahm er hauptsächlich Vegetabilien nebst wenigem Fleisch.

(Harn und Koth.)

Datum	Harn								Koth					
	Harnmenge	N			Na Cl		P_2O_5		frisch	fest	fest	N		
	ccm	g	%	auf Eiweiss	g	%	g	%	g	g	%	g	%	auf Eiweiss
Dienst. 11. Mai	2630	12,09	0,46	75,56	20,77	0,79	4,01	0,15	272,5	58,0	21,28			
Mittw. 12. ,,	1320	8,44	0,64	52,75	18,11	1,41	1,82	0,14	145,5	23,5	16,15			
Donn. 13. ,,	1670	8,18	0,49	51,12	23,88	1,43	2,50	0,15	287,5	43,2	15,02	14,6	7,62	91,25
Freit. 14. ,,	900	5,31	0,59	33,18	14,67	1,63	1,53	0,17	179,0	32,5	18,15			
Samst. 15. ,,	1210	5,93	0,49	36,06	16,09	1,33	2,29	0,19	320,5	34,5	10,76			
Mittel	1546	7,99	—	49,73	18,7	—	2,43	—	241,0	38,34	—	2,92	—	18,25

Durchschnittlich sind in beiden Excrementen pro Tag enthalten:

	N		Eiweiss
Urin	7,99 g	=	49,73 g
Koth	2,92	=	18,25
Summe . . .	10,91 g	=	67,98 g.

VIII.

Kräftiger, 27 jähriger Schmied, mit dem Körpergewicht von 68 kg. Arbeitszeit 10 Stunden.

Als Nahrung nahm er etwas mehr Fleisch als der andere Schmied Nr. VII.

(Harn und Koth.)

Datum	Harn								Koth					
	Harnmenge	N			Na Cl		P_2O_5		frisch	fest	fest	N		
	ccm	g	%	auf Eiweiss	g	%	g	%	g	g	%	g	%	auf Eiweiss
Dienst. 11. Mai	2610	10,18	0,39	63,62	11,48	0,44	3,36	0,13	282,0	54,0	19,15			
Mittw. 12. „	1870	19,07	1,02	119,19	15,7	0,84	7,26	0,39	114,0	28,5	25,0			
Donn. 13. „	1120	15,0	1,34	93,75	10,06	0,9	4,14	0,37	284,0	51,0	17,96	15,79	8,12	98,68
Freit. 14. „	1910	11,84	0,62	74,00	14,89	0,78	3,24	0,17	216,0	37,0	17,15			
Samst. 15. „	2210	18,56	0,84	116,00	25,85	1,17	4,74	0,26	116,5	24,0	20,6			
Mittel	1944	14,93	—	93,31	15,6	—	4,55	—	202,5	38,9	—	3,16	—	19,74

Durchschnittlich sind in beiden Excrementen pro Tag enthalten:

	N		Eiweiss
Urin	14,93 g	=	93,31 g
Koth	3,16	=	19,74
Summe . . .	18,09 g	=	113,05 g.

IX.

Ein 22 jähriger Militärbäcker mit dem Körpergewicht von 54,6 kg, kräftig, gesund. 8 Stunden Arbeit und 8 Stunden Ruhe.

Als Nahrung nahm er Gemüse mit Fleisch, Wurst und Butter.

(Harn und Koth.)

Datum	Harn								Koth					
	Harnmenge	N			Na Cl		P_2O_5		frisch	fest	fest	N		
	ccm	g	%	auf Eiweiss	g	%	g	%	g	g	%	g	%	auf Eiweiss
7. VI. Ncht. 12 U. bis 8. VI. Ncht. 12 U.	900	7,02	0,78	43,87	14,85	1,65	1,8	0,2	121,0	28,0	23,2			
8. VI. Ncht. 12 U. bis 10. VI. Mtg. 12 U.	1060	9,85	0,93	61,56	12,08	1,14	3,18	0,3	350,5	68,5	19,54	9,03	5,7	56,44
10. VI. Mtg. 12 U. bis 11. VI. Mtg. 12 U.	1310	15,59	1,19	97,43	16,37	1,25	5,24	0,4	283,5	62,0	21,87			
Mittel	934,3	9,27	—	57,96	12,34	—	2,92	—	215,7	45,28	—	2,58	—	16,12

Durchschnittlich sind in den Excrementen pro Tag enthalten:

	N		Eiweiss
Urin	9,27 g	=	57,96 g
Koth	2,58	=	16,12
Summe . . .	11,85 g	=	74,08 g.

X.

Ein 22 jähriger, kräftiger Militärbäcker mit dem Körpergewicht von 59,5 kg, 8 Stunden Arbeit, 8 Stunden Ruhe. Nahrung gleich IX.

(Harn und Koth.)

Datum	Harn								Koth					
	Harnmenge	N			Na Cl		P_2O_5		frisch	fest	fest	N		
	ccm	g	%	auf Eiweiss	g	%	g	%	g	g	%	g	%	auf Eiweiss
7. VI. Ncht. 12 U. bis 8. VI. Ncht. 12 U.	1000	8,60	0,86	53,75	13,3	1,33	2,6	0,26	102,0	28,0	27,45			
8. VI. Ncht. 12 U. bis 10. VI. Mtg. 12 U.	1490	9,09	0,61	56,81	18,62	1,25	3,57	0,24	486,0	91,5	18,83	9,05	6,31	56,56
10. VI. Mtg. 12 U. bis 11. VI. Mtg. 12 U.	1040	8,84	0,85	55,25	13,83	1,33	2,91	0,28	100,0	24,0	24			
Mittel	1008,5	7,58	—	47,37	13,07	—	2,59	—	196,5	41,0	—	2,58	--	16,16

Durchschnittlich sind in den Excrementen pro Tag enthalten:

	N		Eiweiss
Urin	7,58 g	=	47,37 g
Koth	2,58	=	16,16
Summe . . .	10,16 g	=	63,53 g.

XI.

Ein gesunder, kräftiger Militärbäcker im Alter von 23 Jahren, mit dem Körpergewicht von 64 kg. 8 Stunden Arbeit und 8 Stunden Ruhe.

Die Nahrung gleich dem vorigen.

(Harn und Koth.)

Datum	Harn								Koth					
	Harnmenge	N			NaCl		P_2O_5		frisch	fest	fest	N		
	ccm	g	%	auf Eiweiss	g	%	g	%	g	g	%	g	%	auf Eiweiss
8. VI. Mtg. 12U. bis 9. VI. Mtg. 12 U.	1500	13,8	0,92	86,25	24,6	1,64	2,85	0,19	123,0	35,0	28,46			
9. VI. Mtg. 12U. bis 10. VI. Mtg. 12U.	1780	14,95	0,84	93,43	22,6	1,27	3,38	0,19	87,0	26,0	29,88	7,05	5,93	44,06
10. VI Mtg. 12U. bis 11. VI. Mtg. 12U.	1150	9.2	0,8	57,5	20,7	1,8	2,07	0,18	173,0	58,0	33,52			
Mittel	1476,6	12,65	—	79,06	22,63	—	2,76	—	127,66	39,7	—	2,35	—	14,69

Durchschnittlich sind in beiden Excrementen pro Tag enthalten:

	N		Eiweiss
Urin	12,65 g	=	79,06 g
Koth	2,35	=	14,69
Summe . . .	15,00 g	=	93,74 g.

XII.

Ein gesunder, kräftiger Militär-Bäcker im Alter von 22 Jahren, mit dem Körpergewicht von 59,8 kg.

Arbeitszeit: 8 Stunden Arbeit, 8 Stunden Ruhe.

Die Nahrung ist wie bei dem Vorigen.

(Harn und Koth.)

Datum	Harn								Koth					
	Harnmenge	N			NaCl		P_2O_5		frisch	fest	fest	N		
	ccm	g	%	auf Eiweiss	g	%	g	%	g	g	%	g	%	auf Eiweiss
8. VI. Mtg. 12U. bis 9. VI. Mtg. 12U.	1840	17,29	0,97	108,06	29,44	1,6	5,88	0,32	127,0	33,0	25,98			
9. VI. Mtg. 12U. bis 10. VI. Mtg. 12U.	1340	11,52	0,86	72,0	23,85	1,78	4,02	0,3	889,0	121,0	13,61	14,44	5,8	90,25
10. VI. Mtg. 12U. bis 11. VI. Mtg. 12U.	1420	11,07	0,78	69,19	24,99	1,76	4,11	0,29	615,0	95,0	15,44			
Mittel	1533,3	13,29	—	83,08	26,09	—	4.67	—	543,6	83,0	—	4,81	—	30,08

Durchschnittlich in beiden Excrementen sind pro Tag enthalten:

	N		Eiweiss
Urin	13,29 g	=	83,08 g
Koth	4,81	=	30,08
Summe . . .	18,10 g	=	113,16 g.

XIII.

Ein gesunder, kräftiger Erdbohrer im Alter von 40 Jahren, mit dem Körpergewicht von 67,5 kg. 12stündige Arbeitszeit. Nahrung gleich wie Nr. XIV.

(Harn und Koth.)

Datum		Harn								Koth					
		Harnmenge	N			NaCl		P_2O_5		frisch	fest	fest	N		
		ccm	g	%	auf Eiweiss	g	%	g	%	g	g	%	g	%	auf Eiweiss
Mittw.	9. Juni	2100	8,4	0,4	52,5	20,37	0,97	2,66	0,13	348,0	63,0	18,11	10,36	6,64	64,75
Donn.	10. „	3170	6,97	0,22	43,56	14,58	0,46	2,69	0,08	197,0	29,5	14,97			
Freit.	11. „	1650	8,58	0,52	53,62	18,15	1,10	3,46	0,21	137,0	26,0	18,98			
Samst.	12. „	1420	9,51	0,67	59,44	20,3	1,43	2,55	0,18	182,5	37,5	20,55			
	Mittel	2085	8,36	—	52,27	18,35	—	2,84	—	216,7	39,0	—	2,59	—	16,19

Durchschnittlich sind in beiden Excrementen pro Tag enthalten:

	N		Eiweiss
Urin	8,36 g	=	52,27 g
Koth	2,59	=	16,19
Summe . . .	10,95 g	=	68,46 g.

XIV.

Ein kräftiger, gesunder Erdbohrer im Alter von 29 Jahren, mit dem Körpergewicht von 65 kg. Als Nahrung nahm er hauptsächlich Vegetabilien mit sehr wenig animalischer Kost. Arbeitszeit 12 Stunden.

(Harn und Koth.)

Datum		Harn								Koth					
		Harnmenge	N			NaCl		P_2O_5		frisch	fest	fest	N		
		ccm	g	%	auf Eiweiss	g	%	g	%	g	g	%	g	%	auf Eiweiss
Mittw.	9. Juni	1030	10,38	1,0	64,87	23,56	1,12	3,07	0,3	52,0	14,0	26,92	11,12	6,8	6,95
Donn.	10. „	2880	9,50	0,33	59,37	14,97	0,52	3,16	0,11	205,5	43,5	21,17			
Freit.	11. „	1200	9,48	0,79	59,25	17,04	1,42	3,84	0,32	171,5	39,0	22,74			
Samst.	12. „	1560	10,92	0,7	68,25	19,19	1,23	2,96	0,19	245,5	67,0	27,29			
	Mittel	1667,5	10,07	—	62,93	18,69	—	3,25	—	168,62	40,87	—	2,78	—	17,37

Durchschnittlich sind in beiden Excrementen pro Tag enthalten:

		N		Eiweiss
Urin	. . . .	10,07 g	=	62,93 g
Koth	. . . .	2,78	=	17,37
Summe	. . .	12,85 g	=	80,30 g.

XV.

Ein gesunder, kräftiger Erdbohrer im Alter von 29 Jahren, mit dem Körpergewicht von 62 kg. Arbeitszeit 12 Stunden; Nahrung gleich wie Nr. XIV.

(Harn und Koth.)

Datum		Harn								Koth					
		Harnmenge	N			Na Cl		P_2O_5		frisch	fest	fest	N		
		ccm	g	%	auf Eiweiss	g	%	g	%	g	g	%	g	%	auf Eiweiss
Mittw.	9. Juni	1500	9,09	0,6	56,81	11,85	0,79	3,15	0,21	322,0	62,0	19,25	21,52	7,8	134,5
Donn.	10. „	2500	10,0	0,4	62,50	12,0	0,48	4,75	0,19	699,5	114,0	16,27			
Freit.	11. „	1010	8,08	0,8	50,50	15,55	1,54	3,23	0,32	195,0	32,0	16,41			
Samst.	12. „	1320	7,92	0,6	49,50	11,22	0,85	2,77	0,21	326,0	68,0	20,86			
	Mittel	1582,5	8,77	—	54,82	12,65	—	3,47	—	385,62	69,0	—	5,38	—	33,62

In beiden Excrementen sind durchschnittlich pro Tag enthalten:

		N		Eiweiss
Urin	. . . .	8,77 g	=	54,82 g
Koth	. . . .	5,38	=	33,12
Summe	. . .	14,15 g	=	87,94 g.

So haben wir gesehen, dass der im Urin ausgeschiedene Stickstoff nur in seltenen Fällen pro Tag über 16,0 g steigt, und zwar einmal in I (Arzt), zweimal in II (Arzt), zweimal in VIII (Schmied) und einmal in XV (Erdbohrer). In allen anderen Fällen war das Quantum immer viel geringer, das Minimum betrug sogar 5,31 g (VII, Schmied). Die mittlere Menge des N's pro Tag war bei jeder Versuchsperson niemals über 15 g gestiegen, schwankte vielmehr zwischen 7,58 bis 14,93 g. Bei den 3 ganz kräftigen Bohrern in Naunhof, welche täglich 12 Stunden, ausschliesslich der Ruhezeiten, arbeiteten und deren Lohn nach der

Bohrungstiefe der Brunnen berechnet wird, so dass man annehmen kann, dass sie bei dieser Accordarbeit sich in ihrem eigenen Interesse doppelt anstrengen, haben wir gefunden, dass sie trotz ihrer sehr mühevollen Arbeit pro Tag nur 8,36, 10,07 und 8,77 g N im Urin ausschieden.

Stellen wir die Mittelzahlen des im Harn ausgeschiedenen Stickstoffes, beziehentlich Eiweisses, einer jeden Versuchsperson pro Tag zusammen, so erhalten wir folgende Uebersicht:

	N	Eiweiss
I.	14,04	87,75
II.	13,37	83,56
III.	14,68	91,73
IV.	12,63	78,94
V.	11,29	70,56
VI.	8,86	55,36
VII.	7,99	49,73
VIII.	14,93	93,31
IX.	9,27	57,96
X.	7,58	47,37
XI.	12,65	79,06
XII.	13,29	83,08
XIII.	8,36	52,27
XIV.	10,07	62,93
XV.	8,77	54,82
Mittel	11,18	69,88

und die ganze durchschnittliche Mittelzahl des N's resp. des Eiweisses der 15 Versuchsreihen beträgt zusammen pro Tag 11,18 g N = 69,88 g Eiweiss.

Ausser dem Quantum des Eiweisses, welches man geniesst, muss man auch noch berücksichtigen, in welchen Nahrungsmitteln die Eiweisskörper zugeführt werden, weil das in vegetabilischer Nahrung enthaltene Eiweiss viel unvollkommener verdaut wird als das in animalischer Nahrung zugeführte. Nach Hofmann [1])

1) Hofmann, Die Bedeutung der Fleischnahrung und Fleischconserven 1880 S. 11.

schied ein Mann, der als Nahrung 1000 g Kartoffel, 207 g Linsen, 40 g Brod mit 472,5 g festen Theilen, mit 82,1 g Eiweiss verzehrt hatte, 53,4 % des verzehrten Eiweisses unverändert aus. Als derselbe Mann 390 g Rindfleisch, 126 g Fett und 40 g Weizenmehl mit 89,9 g Eiweiss erhielt, schied er nur 18,8 % des Eiweisses der Nahrung wieder aus. Voit[1]) hat mit Recht betont, dass man bei animalischer Kost wegen der besseren Ausnutzung statt mit 118 g mit 108 Eiweiss ausreiche.

In der folgenden Tabelle möchte ich daher zeigen, wie viel Eiweiss jede meiner 13 Personen aufgenommen hatte, um die oben genannte N-Menge im Urin auszuscheiden und ferner, wie viel Procent von dem eingenommenen Eiweiss im Koth und im Urin ausgeschieden wurde. Da die Personen hauptsächlich von vegetabilischer Nahrung gelebt hatten, so kann man aus dieser Tabelle diejenige Eiweissmenge der Nahrung erhalten, mit welcher ein kräftiger Arbeiter auch bei schlechter ausnutzbarer Nahrung vollständig gesund und leistungsfähig bleiben kann.

Versuchsperson		Körpergewicht	N des Urins auf Eiweiss gerechnet	N des Kothes auf Eiweiss gerechnet	Gesammtes Eiweiss	Eiweiss des Urins	Eiweiss des Kothes
Beruf	Alter						
	Jahre	kg	g	g	g	%	%
III. Arzt	29¼	56	91,73	9,26	100,99	90,83	9,17
IV. Diener	50	52,6	78,94	7,83	86,77	90,98	9,02
V. Klempner	43	77,8	70,56	12,12	82,68	85,34	14,66
VI. Gehilfe v. Klempner	23	52,7	55,36	14,62	69,98	79,10	20,90
VII. Schmied	33	60,75	49,73	18,25	67,98	73,15	26,85
VIII. „	27	68	93,31	19,74	113,05	82,54	17,46
IX. Militär-Bäcker	22	54,6	57,96	16,12	74,08	78,24	21,76
X. „ „	22½	59,5	47,37	16,16	63,53	74,56	25,44
XI. „ „	23	64	79,06	14,69	93,75	84,33	15,67
XII. „ „	22	59,8	83,08	30,08	113,16	73,42	26,58
XIII. Bohrmann	40	67,5	52,27	16,19	68,46	76,35	23,65
XIV. „	29	61	62,93	17,37	80,30	78,01	21,99
XV. „	29	62	54,82	33,62	88,44	61,98	38,02
		Mittel	67,47	17,38	84,85	79,52	20,48

1) Voit, Die Ernährung 1881 S. 525.

Die ganze Eiweissmenge, welche jede Versuchsperson pro Tag verzehrt hat, schwankt zwischen 63,53 g bis 113,16 g und die Mittelzahl aller 13 Personen beträgt pro Tag 84,85 g Eiweiss. Da diese Zahlen von der Untersuchung kräftiger Männer herrühren, so drücken sie höchst wahrscheinlich keineswegs das Minimum des Eiweisses aus, dessen eine erwachsene Person nothwendig bedarf, sondern es ist immer noch eine hohe Zahl.

Diese meine Resultate zeigen eine grosse Uebereinstimmung mit den schon oben von J. Ranke, Beneke, Flügge, Pflüger-Bohland und Bleibtreu-Bohland angegebenen Grössen des Eiweissbedarfes.

Was die Nahrung der Japaner betrifft, so besteht sie hauptsächlich aus Reis, Roggen, Gemüse und Fischen. Der genaueren wissenschaftlichen Untersuchungen liegen leider nicht viele vor, ich muss mich vorläufig mit denen von Scheube[1]) und von Eykmann[2]) begnügen. Scheube hat die Nahrung von 3 Japanern untersucht, deren jeder täglich aufnahm:

	Eiweiss	Fett	Kohlehydrate
	g	g	g
Krankenwärter . . .	74	6	479
Student	85	13	334
,, ...	110	18	54
Mittel	89,7	12,3	551,7.

Ferner hat er bei diesen 3 Japanern und bei einem anderen Harnstoff im Harn titrirt und daraus die Eiweissmenge berechnet; es war darin in 24 Stunden durchschnittlich enthalten:

	Körpergewicht	Alter	Harnstoff	Eiweiss
	g	Jahre	g	g
Krankenwärter	48,5	36½	25,1	76
Student	49,0	20	26,5	80
,,	54,0	28	28,0	85
,,	54,0	24	33,0	99

1) Scheube, a. a. O.
2) Eykmann, a. a. O.

Eykmann[1]) hat gefunden, dass in der militärischen Akademie zu Tokio jedem Studenten in der Nahrung pro Tag 83,07 g Eiweiss, 13,67 g Fett und 622 g Kohlehydrate zukommt. Von 83,07 g Eiweiss werden 48,25 g (58,1 %) im Reis geliefert. Wenn in Sachsen viele Arbeiter unter der täglichen Aufnahme von 70—90 g Eiweiss starke, körperliche Arbeit zu leisten im Stande sind, so müssen auch Japaner mit der Eiweissmenge von 80—90 g täglich gleiches thun können.

Man hat oft in Japan zum Vorwurfe gemacht, dass in der Nahrung der Japaner in der Regel sehr wenig Fette sich befinden. Scheicke (a. a. O.) hat gefunden, dass ein Student täglich nur 13 g Fett, ein anderer 18 g genoss, bei einem Krankenwärter hat er sogar nur 6 g Fett in einem Tage constatirt. Dieser Mangel der Nahrung an Fett thut gar nichts, da dieselbe sich durch die Kohlehydrate ganz gut ersetzen lassen. Ich glaube, dieser Umstand wird instinctiv aber ganz richtig gewählt, weil Japan durchschnittlich viel wärmer ist als Europa und infogedessen die Einwohner solche Speise geniessen, die die Körperverluste decken und zugleich wenige Wärme erzeugen. Diese Stoffe sind eben Kohlehydrate.

Ob der Japaner unnützlicher Weise grosse Quantitäten Kohlenstoff verzehrt, kann ich wegen des Mangels an Versuchen nicht genau sagen, aber wenn ich Berechnungen an der Hand von Scheube und Eykmann anstelle, so finde ich keine übermässige Menge von Kohlenstoff, wie man sie bei gewöhnlicher japanischer Nahrung vermuthen kann. Nach Scheube kommt jeder Versuchsperson täglich 203,63 bis 312,51 g C zu.

	Krankenwärter		Student		Student	
	Nahrungs-menge in g	C-Menge in g	Nahrungs-menge in g	C-Menge in g	Nahrungs-menge in g	C-Menge in g
Eiweiss . . .	74,0	39,5	85,0	45,39	110,0	68,74
Fett	6,0	4,59	13,0	9,94	18,0	13,77
Kohlehydrate .	479,0	212,67	334,0	148,3	542,0	240,0
Gesammte C-Menge		256,76		203,63		312,51

1) Eykmann, a. a. O.

Man findet also hier geringere Zahlen als die von Voit angenommenen 328 g C.

Aus der Analyse der von Eykmann untersuchten Nahrung in der Militärakademie zu Tokio berechne ich pro Tag und Kopf:

	Menge der Nahrungsstoffe in g	C-Menge in g
Eiweiss	38,04	44,36
Fett	13,67	10,46
Kohlehydrate	622,44	276,36
	Gesammte C-Menge	331,18

In diesem Falle ist die Kohlenstoffmenge annähernd der Voit'schen Zahl gleich.

Wir haben also gesehen, dass sowohl in der von Scheube, als auch von Eykmann untersuchten Nahrung eine genügende Menge von Eiweisskörpern enthalten ist, auch dass kein Ueberschuss von Kohlehydrate existirt.

Alle diese Angaben zeigen uns, dass die japanische Nahrung, wenigstens die von beiden Autoren untersuchte, vollständig ausreicht, um nicht nur den Körperverlust zu decken, sondern auch um schwere Arbeit leisten zu können.

Neuerlich sind in Tokio Jdzi-Shin-Shi [1]) sehr interessante Untersuchungen erschienen, welche meine Collegen, die Herren Táwara, Murái, Aráo, Hiráno, Yaniagutzi, Kitáo und Sudá mit grösstem Fleisse gemacht haben. Diese Herren untersuchten nämlich alle möglichen Nahrungsmittel, welche in Japan gewöhnlich vorkommen, chemisch und haben sehr grosse Tabellen zusammengestellt. Herr Sudá hat ausserdem noch die Nahrung von drei japanischen Schulen und eines grossen Tuchgeschäftes zu Tokio — Yetzigoya — wo hunderte von Personen sich beschäftigen, untersucht. Die Untersuchung geschah nach der ersten Methode; er hat nämlich die Rohmaterialien in der betreffenden Küche gewogen, durch die Anzahl der Personen dividirt und daraus die Nahrungsstoffe berechnet. Sein Resultat ist folgendes:

1) Tokio Jdzi-Shin-Shi (Tokio medicinisches Journal) 1887 Heft 471—486

Name der Schule oder Geschäft	Alter der Personen	Anzahl der Personen	pro Tag und Kopf			
			Eiweiss	Fett	Kohlehydrate	Gesammte Menge
	Jahre		g	g	g	g
1. Lehrerseminar . . .	17—25	130	114,85	31,4	634,9	781,24
2. Ko-Gioku-Sha . . .	a. 11—14 b. 15—21	21 48 } 69	78,66	12,66	470,1	561,42
3. Futa-matzu-Goku-Sha	14—27	59—66	69,18	10,04	449,62	528,84
4. Tuchgeschäft Yetzigoya	11—16 17—50	21 69 } 90	64,80	5,98	394,54	454,94

Diese von ihm gefundenen Zahlen schwanken in sehr weiten Grenzen, z. B. beträgt die Menge der Eiweisskörper in der Nahrung von Yetzigoya nur 54,8 g, während die im Lehrerseminar 114,85 g war! Herr Táwara, welcher noch die Liebig'sche Theorie festhält und nach ihm die Nahrungsmittel in plastische und Respirationsmittel eintheilt, ist der Ansicht, dass das japanische Volk in Folge der unzureichenden Nahrung kleiner und schwächlicher geworden sei als in der guten alten Zeit, obgleich er selbst nichts zu beweisen vermag. Ich weiss nicht, ob die Japaner wirklich kleiner und schwächer geworden sind, aber ich finde es genug, wenn sie gesund und kräftig wie jetzt sind. Mit Ausnahme des Lehrerseminars sind die täglichen Eiweissmengen in den drei Nahrungen sehr wenig und sogar weniger als in der Kost der Kinder von 6—15 Jahren im Münchener Waisenhause, in welchem Voit [1]) 79 g Eiweiss, 35 g Fett und 251 g Kohlehydrate pro Tag und Kopf gefunden hat. Hildesheim [2]) hat für Kinder von 6—10 Jahren 69 g Eiweiss, 21 g Fett und 210 g Kohlehydrate als nothwendig angegeben. Die Eiweissmenge der zweiten und dritten Schule ist fast der von ihm angegebenen Eiweissmenge der Kinder gleich, die des Tuchgeschäftes aber, obgleich in derselben sich Kinder mit befinden, weniger als die letzte. Als ich in Tokio war, habe ich oft die Gelegenheit gehabt, mich zu überzeugen, dass die meisten Personen in dem Ge-

1) Voit, Untersuchung der Kost 1877 S. 125.
2) Hildesheim, Die Normaldiät 1856 S. 47.

schäfte gesund und sehr lebhaft sind. Sie arbeiteten den ganzen Tag von früh bis spät nachts ohne die in Europa häufigen Sonn- und Feiertage — höchstens treffen jährlich einige Ruhetage. Es ist schade, dass Herr Táwara den Gesundheitszustand dieser Leute nicht angegeben hat, aber ich glaube, dass sie ebenso gesund sind wie vorher, denn so lange das Geschäft besteht, müssen sie tüchtig arbeiten, was nur gesunde Leute machen können. Herr Táwara braucht sich nicht zu betrüben, dass die Leute so wenig Eiweiss einnehmen; denn wenn man trotz weniger Eiweissaufnahme so viele Arbeit zu leisten im Stande ist, so ist es kein Nachtheil. Es ist bemerkenswerth, dass die Geschäftsleute nicht etwa wenige Tage in dem Geschäfte sich aufhalten, sondern meistens mehrere Jahre, sogar lebenslang, von Kindheit an bis zum Greisenalter.

Zum Schlusse möchte ich der Ansicht entgegentreten, dass ich mich der Fleischnahrung gegenüber überhaupt ablehnend verhalte. Ich verwerfe natürlich das Fleisch nicht, ich meine nur, dass man dasselbe durch andere N-reiche Körper sehr wohl ersetzen kann, z. B. durch Fische. Gerade in den Ländern wie in Japan, welche grosse Vorräthe von Fischen, aber wenige von Fleisch haben, finde ich gar keinen Grund, dass man andere, N-reichere Nahrungsmittel als Fische importiren soll. Jetzt muss man in Tokio für 450 g Fleisch ohne Beilage in mittleren Sorten ca. 25 Sen (90 Pf.), für 1 Pfd. Butter 60 Sen (M. 2) und für 1 Sho Milch (1,8 l) M. 1,5, bezahlen gegenüber den Preisen in Sachsen 80 Pf., M. 1,40 und 40 Pf., während alle anderen Lebensmittel in Japan bedeutend billiger sind als in Europa.

Ueber den Bacteriengehalt der öffentlichen Brunnen in Kaiserslautern.

Von

Dr. Th. Bokorny.

Die Frage der Einführung einer Wasserleitung in Kaiserslautern, die in der letzten Zeit eine ziemlich brennende geworden ist, hat früher schon mehrfach zu einer wissenschaftlichen Untersuchung des Kaiserslauterer Brunnenwassers geführt, vorwiegend nach der chemischen Richtung hin. Im letzten Sommer wurde Verfasser aus eben demselben Grunde veranlasst, die öffentlichen Brunnen der Stadt auf ihren Bacteriengehalt zu prüfen, um daraus neue Anhaltspunkte für die Nothwendigkeit oder Entbehrlichkeit einer Wasserleitung zu gewinnen. Nachdem diese bacteriologischen Untersuchungen nun ausgeführt sind, dürfte es vielleicht auch für weitere Kreise von Interesse sein, die dabei erhaltenen Resultate zu erfahren.

Die Probenahme erfolgte immer von mir persönlich. Nach längerem Auspumpen des zu untersuchenden Brunnens wurde das Wasser in ein kleines, sterilisirtes, mit Wattepfropf verschlossenes Glaskölbchen gefüllt, die Temperatur des Brunnenwassers genommen und der Geschmack versucht. Unmittelbar nach der Zurückkunft wurde das betreffende Wasser mit Gelatine angesetzt, da bei längerem Stehen des Wassers die Zahl der Pilze, wie ich mich oft überzeugte, auf's Vielfache steigen kann.

Im allgemeinen führte ich meine Untersuchungen genau nach den Instructionen aus, wie sie in Hüppe's »Methoden der

Bacterienforschung« zu finden sind, d. h. es wurden in der bekannten Weise abgemessene Mengen von Wasser mit Gelatine vermischt, auf Platten ausgegossen. Von der Zuverlässigkeit meiner Arbeiten überzeugte ich mich überdies von Zeit zu Zeit, indem ich gewisse Brunnenwasser mehrfach zu gleicher Zeit mit Gelatine ansetzte. War meine Arbeit richtig, so musste ich bei allen Versuchen ähnliche Resultate erhalten, sowohl der Zahl als der Art der Pilze nach; — so verhielt es sich auch.

Mit Rücksicht auf den Umstand, dass das vom Brunnen geholte Trinkwasser oft Stunden lang vor dem Genuss ruhig stehen bleibt — das bei nächtlichem Durst eingenommene Wasser kann wohl 10—12 Stunden gestanden haben — untersuchte ich fast jedes Wasser nochmal nach 10—12stündigem Stehen auf seinen Bacteriengehalt und erhielt dabei häufig viel höhere Zahlen, übereinstimmend mit den Untersuchungen Anderer.

Folgende Tabelle gibt einen Ueberblick über die bacteriologische Beschaffenheit der Brunnenwasser Kaiserslautern's:

Datum der Untersuchung	Nummer des Brunnens	Strasse	Temp. des Wassers in °	Aussehen des Wassers		Geschmack	Zahl der Keime in 1 ccm Wasser	
				gleich nach Entnahme	nach 2 täg. Stehen		gleich nach Entnahme	nach 10 h Stehen
19. Juni	2	Mozartstrasse	10	klar	klar	nicht schlecht	0	3
24. April	3	Parkstrasse	10	„	„	nicht gut	100	115
21. Juni	4	Pirmasenser u. Denisstr.	10	„	„	gut	0	—
23. „	5	Glocken- u. Logenstr.	10	„	„	nicht schlecht	40	50
9. „	6	Mainzer Thor	10	„	trüb von Pilzen	„	250	etwa 10000
22. Mai	7	Gaustrasse bei Bender	—	„	—	„	200	—
9. Juni	7	„	10	„	—	„	150	etwa 10000
22. Mai	8	Ländelstr.	10	„	klar	gut	25	—
22. „	9	Mannheimer- u. Friedenstr.	10	„	—	nicht schlecht	300	—
22. „	10	Bäcker- u. Mannheimer-strasse	10	„	—	„	12	—
7. Juni	11	Josephstr.	10	„	klar	„	60	100

Datum der Unter-suchung	Nummer des Brunnens	Strasse	Temp. des Wassers in °	Aussehen des Wassers		Geschmack	Zahl der Pilzkeime in 1 ccm Wasser	
				gleich nach Ent-nahme	nach 2 täg. Stehen		gleich nach Ent-nahme	nach 10 h Stehen
23. Juni	12	Fackel-Rondell	10	klar	klar	nicht schlecht	30	150
26. „	13	Mühlstr. an Orth's-Keller	10	„	„	gut	50	100
20. April	14	Wolpertstr.	10	„	„	nicht schlecht	300	350
5. Juni	15	Matzenstr.	10	„	„	nicht gut	10	30
19. „	16	Alleestr.	10	„	„	gut	0	0
27. April	17	Marktstr. gegenüber dem Riesen	10	„	„	„	0	0
7. Juni	18	Albrechtstr.	10	„	„	nicht schlecht	120	100
24. Mai	18	„	10	—	—	—	200	—
19. Juni	19	Kerststr.	10	klar	klar	gut	0	0
24. Mai	20	Wiesenstr.	9	„	„	„	20	—
7. Juni	20	„	10	„	„	„	24	27
17. „	21	Fackelstr.	10	„	„	„	1	1
26. „	22	Mühlstr. am Polizeiarrest	10	„	„	„	0	0
27. Mai	23	Stiftsplatz	10	„	„	„	0	—
5. Juni	23	„	10	„	„	„	0	1 [1])
27. Mai	24	Klosterstr.	10	„	—	nicht schlecht	55	— [2])
7. Juni	25	Mannheimer-str. (Lauer-sches Haus)	10	„	—	nicht gut	120	—
22. April	26	Fröbel- u. Laubstr.	10	„	klar	gut	10	23
15. Juni	27	Schneiderstr.	10	„	„	nicht schlecht	11	24
12. „	28	Steinstr.	10	„	„	„	30	70
15. „	29	Rummelstr.	10	„	„	gut	0	0
27. Mai	30	Frühlingsstr.	10	„	„	„	20	—
12. Juni	31	Marktstr. bei Wittwe Spatz	10	„	„	nicht schlecht	10	—
15. „	31	„	10	„	„	„	10	30
27. Mai	32	Schiller-Platz	11	„	„	gut	3	— [3])
27. Mai	33	Rathhaus-Platz	11	„	„	nicht schlecht	8	—

1) Nach 60 h viele Tausend. 2) Nach 72 h unzählige. 3) Nach 48 h 1500.

Datum der Unter-suchung	Nummer des Brunnens	Strasse	Temp. des Wassers in °	Aussehen des Wassers		Geschmack	Zahl der Pilzkeime in 1 ccm Wasser	
				gleich nach Entnahme	nach 2 täg. Stehen		gleich nach Entnahme	nach 10 h Stehen
5. Juni	34	Ritterstr. bei Fr. Laval	10	klar	klar	nicht schlecht	5	— [1])
18. April	35	Gaustr. bei Schuck	10	„	„	„	10	15
27. Mai	36	Sophienstr.	10	„	„	„	15	—
2. Juni	37	Ludwigs-Schulhaus	10	„	„	„	150	— [2])
23. „	38	Stahlstr.	10	„	„	gut	0	0
22. April	39	Industrie-schule	10	„	„	nicht schlecht	50	—
31. Mai	40	Realschule	12	„	„	„	20	40
31. „	41	Maxschule	12	„	„	„	2	3
2. „	42	Brunnenstr.	11	„	„	„	120	—
26. Juni	43	Pariserstr. (Bauamt)	10	„	„	nicht gut	1	3
28. „	44	Kinder-gartenstr.	9	„	„	nicht schlecht	300	350
28. „	45	Pariser- u. Sonntagsstr.	10	klar mit einem Stich in's Gelbe		„	54	5
23. „	46	Hohenecker-strasse	10	klar	klar	„	10	30
3. Juli	47	Pariserstr.	10	„	„	„	1	2
3. „	49	Klee- u. Wollstr.	10	„	„	„	120	450
4. Juni	50	Bier- u. Kannelstr.	10	„	„	„	20	44
3. Juli	51	Hasenstr.	10	—	—	„	85	92
19. Juni	52	Pfründnerstr.	10	nicht ganz klar	—	„	etwa 100000	unzählige
28. „	53	Lutrinastr.	9	klar	klar	gut	0	0
3. Juli	54	Schützenstr.	10	„	„	nicht schlecht	98	112
9. Juni	55	Lehrerbil-dungsanstalt	10	„	„	„	700	1500
5. „	56	Salzstr.	10	„	„	„	15	0
5. „	57	Ritterstr. am Dekanat	10	„	—	„	20	— [3])
3. Juli	58	Kleestr.	10	„	klar	„	3	8
5. „	59	Jäger- u. Ziegelstr.	10	„	„	gut	5	12
12. Juni	60	am Spritzen-haus	11	nicht ganz klar	—	nicht schlecht	300	500

1) Nach 36 h unzählige. 2) Nach 36 h etwa 150000. 3) Nach 36 h unzählige.

Datum der Untersuchung	Nummer des Brunnens	Strasse	Temp. des Wassers in °	Aussehen des Wassers		Geschmack	Zahl der Pilzkeime in 1 ccm Wasser	
				gleich nach Entnahme	nach 2 täg. Stehen		gleich nach Entnahme	nach 10 h Stehen
12. Juli	61	Löwenstr.	10	klar	klar	gut	2	5
19. Juni	62	Schul- u. Schubertstr.	9	"	"	"	0	0
6. Juli	63	Alter Friedhof	9	" bei Regenwetter lehmig	"	nicht schlecht	10	2
9. Juni	64	am Bäckerstein	11	klar	klar	"	0	0
9. "	65	Neuer Friedhof	10	"	"	"	4	2000
15. Mai	67	Lerchenstr.	10	"	"	gut	120	—
24. April	68	Trippstadterstrasse	10	"	"	"	6	10
28. Juni	69	Spital, alter Brunnen	13	trüb	gelblich	ganz schlecht	unzählige (Millionen)	
28. "	69a	Spital, neuer Brunnen	13	trüb	trüb	schlecht	unzählige (Millionen)	
17. "	70	Schieferstr.	10	klar	klar	gut	12	12
26. "	71	Schuster- u. Hasenstr.	10	"	"	nicht schlecht	5	—
31. Mai	72	Gewerbe-Museum	11	"	"	"	2500	8000
2. Juni	73	Gymnasium	12	" (bei Regenwetter sandig)	"	nicht gut	1000	—[1])
10. Juli	74	Weberstr.	10	klar	klar	nicht schlecht	20	12
17. Juni	75	Eisenbahnstr.	10	"	"	gut	0	0
28. "	76	Pafiserstr. Gittinger'sches Haus	10	nicht ganz klar	trüb	nicht gut	unzählige	unzählige
2. Juli	78	Schubertstr.	10	klar	klar	gut	2	0
21. Juni	79	Ziegelstr.	10	"	"	"	3	5
15. "	80	Karlstr.	14	"	"	lau	12	11
15. "	81	Stiftsstr.	10	"	"	gut	3	4

Aus vorstehender Tabelle geht hervor, dass gewaltige Unterschiede vorhanden sind zwischen den untersuchten Brunnen. Manche enthalten 0 Keime, andere Tausende, wieder andere Millionen von Keimen pro 1 ccm Wasser. Letztere Brunnen scheinen ihren Bacterienreichthum einer starken Verunreinigung des betreffenden Terrains zu verdanken, was besonders dadurch wahrscheinlich gemacht wird, dass die 4 Brunnen von dieser

1) Nach 36 h unzählige.

Qualität, nämlich Brunnen Nr. 52, 69, 69a und 76 sich unmittelbar benachbart sind, auf dem Terrain des Hospitals, und sonst kein Brunnenwasser der ganzen Stadt an Bacterienreichthum diesen 4 Brunnen nur annähernd gleichkommt. Hingegen schwankt die Bacterienzahl bei den übrigen Brunnen immerhin zwischen 0 und 2500. Brunnen von 50 und 100 Pilzkeimen pro 1 ccm Wasser sind keine Seltenheit.

Was nun die Art der vorhandenen Pilze anlangt, so ist klar, dass bei der grossen Zahl der untersuchten Brunnen eine vollständige Bestimmung aller vorkommenden Bacterien nicht versucht werden konnte. Verfasser beschränkte sich darauf, die Colonien zunächst mit schwacher Vergrösserung genau zu besehen, dann die Form und Grösse der Bacterien mit Oelimmersion zu studiren. Hierbei stellte sich zweifellos heraus, dass die Pilzvegetation im Kaiserslauterer Wasser eine höchst einförmige ist. Es sind im wesentlichen 2 verschiedene Bacterien, die immer wieder auftreten: 1. ziemlich dicke, unbewegliche Stäbchen (die aber 2-theilig sind), deren Colonien kreisrund, flach sind, glatten Rand und gelblich-weisse Farbe besitzen, und die Gelatine nicht oder höchst langsam verflüssigen. 2. Lebhaft bewegliche, feine Stäbchen (ebenfalls zusammengesetzt), deren Colonien die Gelatine rasch verflüssigen. Durch letztere wird die Untersuchung oft in höchst unangenehmer Weise gestört. Ausser diesen beiden wurden da und dort in geringer Zahl auch andere Spaltpilze gefunden, z. B. Sarcina und andere, dann und wann auch Sprosshefe. Cholera-, Typhus- und Milzbrandbacillen waren nicht vorhanden; sie konnten bei dieser Methode kaum übersehen werden.

Zum Schluss sei auch auf die Beziehung der Ergebnisse meiner Untersuchung zu jenen der chemischen[1]) hingewiesen. Häufig wurde schon gefunden, dass sich beide nicht im geringsten decken. Im vorliegenden Falle aber stellte sich eine Uebereinstimmung insofern heraus, als alle Brunnen, welche in chemischer Beziehung gut waren, auch bacterienarm sich zeigten. Die chemisch schlechten Brunnen hatten bald viel, bald wenig Bacterien.

1) Die chemische Untersuchung wurde von Herrn Prof. Ferd. Rhien in Kaiserslautern ausgeführt. Für die Erlaubnis der Benützung jener Resultate sei hiermit der gebührende Dank ausgesprochen.

Ein neues Geheimmittel zum Flammenschutz.

Von

C. E. Helbig.

(Mittheilungen aus dem hygienischen Laboratorium der Albertstadt-Dresden.)

Im Laufe der letzten Jahrzehnte waren die Culturstaaten genöthigt, ihre Kriegsbereitschaft fortlaufend zu erhöhen und das hierzu nöthige Geräthe schon im Frieden in immer wachsender Menge anzuhäufen. Es ist daher erklärlich, dass die Sorge für die Sicherung des Kriegsmaterials insbesondere gegen Feuer sich vermehrte und zahlreiche Angebote seitens der Industrie veranlasste. Ein erhöhtes Interesse für Sicherung von Militärgebäuden gegen Schadenfeuer erwachte für Deutschland in den letzten Jahren auch durch die Aufhebung der »Geschäfts-Ordnung für die Verwaltung der Königlich Preussischen Garnison-Anstalten«, vom 22. April 1843. Dieses Reglement bestimmte nämlich in der Anmerkung zu § 98:

> »Der Regel nach sollen sämmtliche zum Ressort der Garnisonverwaltungen gehörigen Gebäude nicht in die Feuersocietäten aufgenommen werden, weil im Ganzen die Feuersocietäts-Beiträge mehr kosten würden, als vorkommende Feuerschäden.«

Die Prüfung der Feuerschutzmittel auf Wirksamkeit und Preiswürdigkeit ist zwar in erster Reihe eine Aufgabe der Technik, sie kann jedoch aus verschiedenen Gründen von den hygienischen Untersuchungsstätten nicht abgelehnt werden. Lässt sich doch überhaupt kaum eine scharf scheidende Grenze der beiden Gebiete: Gesundheitspflege einerseits und Rettungswesen andererseits ziehen.

Im Jahre 1885 war von einer Truppe zur Sicherung ihrer Vorräthe an Bekleidungsstücken die Imprägnirung der hölzernen Balken und Wände der Vorrathskammern mit »Cyanit« (und die Ausstellung von Löschgranaten) dortselbst in Aussicht genommen. Dies veranlasste die Intendantur des kgl. sächsischen

(XII.) Armeecorps, den Cyanit (und alle im Handel damals zu erlangenden Löschgranaten) im hygienischen Laboratorium der Albertstadt-Dresden untersuchen zu lassen.

»Cyanit« war damals bereits als Wasserglaslösung in der technischen Literatur entlarvt. Da nun aber in neuerer Zeit bei vielen Geheimmitteln diese sog. »Entlarvungen« oder »Enthüllungen« ihrer Bestandtheile sich hinterher als nicht oder nicht ganz zutreffend erwiesen, so fragte es sich auch hier, ob nicht wenigstens dem Wasserglase noch ein (vielleicht dessen Wirksamkeit erhöhender) Bestandtheil zugefügt sei. Mehrere Gründe schienen diese Annahme zu stützen: Zunächst der zehnfache Preis des Cyanits gegenüber dem rohen Wasserglase, sodann der Umstand, dass die Erzeugerin des Cyanits: »the patent liquid fire-proof Cyanite c° (limited) London« vorzügliche Zeugnisse englischer Bauverständiger und Feuerwehrvorstände beibrachte und angab, ihr Erzeugnis werde im Arsenal zu Woolwich, ferner im englischen Kriegsministerium und von der kgl. Eisenbahnbau-Inspection in Hameln angewandt.

Es liess sich doch kaum annehmen, dass solche Stellen das Opfer eines plumpen Schwindels geworden oder die Zeugnisse derselben gefälscht seien.

Dennoch ergab die Analyse, dass das »Cyanit« nur Wasserglas und zwar der rohesten, billigsten Art war. Qualitativ liessen sich ausser Natrium, Kieselsäure, Wasser die gewöhnlichen Verunreinigungen: Schwefelsäure, Chlor, Eisenoxydul, Thonerde etc. nachweisen. Als Identitäts-Reaction diente die Bildung der sog. »anorganischen Zelle«: ein Theil Cyanit wurde mit einigen Theilen Wasser verdünnt und ein Stück trockenes Eisenchlorid (oder Eisenchlorür und Chlorid) hineingeworfen; es bildeten sich sofort die vegetationsartigen Röhren und Knollen wie in gewöhnlichem verdünntem Natron-Wasserglas.

Allerdings zeigten sich auch einige abweichende Reactionen. So gab Cyanit mit wässeriger Sublimatlösung einen schwarzen, Wasserglas aber einen gelben Niederschlag. Dieser Unterschied war jedoch nur durch den grösseren Gehalt des Cyanits an Eisenoxydul bedingt. Wurde letzteres durch Permanganatlösung

beseitigt und der Ueberschuss an Permanganat durch Wasserstoffsuperoxyd entfernt, so erzeugte Sublimatlösung einen ebenfalls gelben Niederschlag. — Der Gehalt an Eisenoxydul erklärte sich unschwer aus der Versendung des Cyanits in eisernen Blechflaschen und bewirkte bei der Aufbewahrung ein Nachdunkeln der Flüssigkeit.

Auch die quantitative Analyse ergab nur, dass Cyanit etwa zehnmal mehr Eisen (nämlich 0,14 % Fe) enthielt, als gewöhnliches Wasserglas des Handels.

Da man bei Enthüllungen von Geheimmitteln, wie die Erfahrung der letzten Jahre lehrt, auf alle möglichen Einwände und Ausflüchte seitens der hierdurch Geschädigten bedacht sein muss, so war zu erwarten, dass der Fabrikant, wenn er auch die Richtigkeit der Analyse zugab, behaupten könne, Cyanit enthielte neben dem rohen Wasserglase eine durch die Analyse nicht auffindbare, aber eine erhöhte Wirksamkeit bedingende Verbindung. Ein solcher Einwand wäre analytisch um so schwieriger zu widerlegen gewesen, als das käufliche Wasserglas keineswegs ganz gleichmässig zusammengesetzt und ausserdem der chemische Bau solcher Silikate nicht einfach und nicht zur Genüge wissenschaftlich aufgeklärt ist. Es wurde deshalb durch Versuche unmittelbar die Wirksamkeit des Cyanits im Vergleiche zu dem rohen und officinellen Wasserglase in der Weise geprüft, dass Stücke von Pappe und Holz mit diesen Substanzen bestrichen, 48 Stunden lang getrocknet und alsdann der Einwirkung von Hitze ausgesetzt wurden. Für die Wirksamkeit des Flammenschutzmittels gab hierbei die Ausdehnung der von der Oberfläche der Stücke aus beginnenden Verkohlung einen relativen Maassstab in dem Falle, dass die Hitze einer und derselben Wärmequelle, nämlich eines in gleichartiger Gluth erhaltenen Stubenofens je eine Minute lang eingewirkt hatte. Wurde die Dicke der Hölzer so gewählt, dass auch die ohne Anstrich gebliebenen im Innern noch nicht verkohlt waren, so erlaubte die leicht auszuführende Messung der Dicke der unversehrt gebliebenen Holzschicht die Beurtheilung des Grades der Verkohlung. Es zeigte sich hierbei das Wasserglas dem Cyanit in der Mehrzahl der Versuche überlegen. In

einer anderen Versuchsreihe wurden Bretter und Pappen über eine Bunsenflamme gelegt und die Anzahl der Secunden gezählt, welche bis zum Herausschlagen von Flammen aus dem Holze oder der Pappe verflossen. Da der Schutz vor dem Entflammen und Weiterbrennen in noch höherem Grade die Aufgabe eines Flammenschutzmittels bildet, als der Schutz vor der Verkohlung, so musste sich hierbei eine etwaige specifische Flammenschutzwirkung am deutlichsten zeigen. Es entflammten nun beispielsweise über der einen Bunsenflamme:

ungestrichene Hölzer nach . . 25, über einer andern nach 15 Sec.
mit Cyanit gestrichene Hölzer nach 27, „ „ „ „ 17 „
„ Wasserglas „ „ „ 45, „ „ „ „ 20 „

Im gleichartigen Sinne fielen auch die übrigen Versuche aus. Nur in einer Hinsicht zeigte sich Cyanit dem Wasserglase merklich überlegen, nämlich beim einseitigen Anstreichen auf Pappe, wie ein solches bei Coulissen und anderen Bühnendecorationen stattfindet. Hier schlugen beispielsweise Flammen aus:

ungetränkter Pappe nach . . . 20 Secunden
mit Cyanit getränkter Pappe nach 30 „
mit Wasserglas „ „ „ 24 „

Die Ursache der erhöhten Wirksamkeit in diesem Falle ist offenbar die höhere Alkalinität, welche das Eindringen in das durchlässige Gewebe erleichtert. Ausserdem bildet Natron an sich ein gutes Flammenschutzmittel und wurde als solches von Sala 1880 empfohlen. Im Uebrigen ist der hohe Natrongehalt der Verwendung von Cyanit bei Anstrichen hinderlich, da er das Trocknen erschwert und vermuthlich auch den Zusatz von Farben beschränkt.

Als Ergebnis aus Vorstehendem folgt, dass Cyanit zwar ein zum Tränken von Holzwerk und Pappe geeignetes Flammenschutzmittel darstellt; da er jedoch von gewöhnlichem Natronwasserglase nur durch grössere Unreinheit und einen höheren Natrongehalt sich unterscheidet, so beträgt sein Preis mehr als das Zehnfache des Werthes. Sollte dieser höhere Natrongehalt bei irgendeiner Verwendungsweise erwünscht sein, so lässt sich derselbe durch Zusatz von Aetznatron zu Wasserglas einfach und billig herstellen.

Kesseldampf unter Siedetemperatur.

Ein Vorlesungsversuch

von

C. E. Helbig.

Vor etwa zwölf Jahren beschrieb Pettenkofer[1]) eine einfache Vorrichtung, welche zeigte, dass von einem blechenem Gefässe, welches das Modell einer geschlossenen Abtrittsgrube darstellen soll und in welchem eine Lunte glimmt, nur wenig sichtbarer Rauch durch ein offenes Rohr in das darüber befindliche Modell eines Zimmers, selbst wenn in demselben eine Flamme brennt, aufsteigt. Bringt man aber in diesem Gefässe eine zweite Oeffnung an, so dringt der Rauch lebhaft in das Zimmermodell ein Dieser anschauliche Versuch wurde seitdem oft beschrieben[2]) und wohl häufig in Vorlesungen über Gesundheitspflege vorgeführt. Es dürfte deshalb vielleicht die nachstehend beschriebene, auf demselben Grundsatze beruhende Erscheinung um so mehr von Interesse sein, als sie auch für die Praxis in einigen Fällen unmittelbare Bedeutung hat:

Kocht man in einem metallenen Kessel etwa von der Gestalt, wie *a* in umstehender Fig. 1 zeigt, Wasser, so strömt durch das aufgesetzte gläserne *T*-Rohr *b* sichtbarer Wasserdampf aus, welcher genau die dem jeweiligen Barometerstande entsprechende Siedetemperatur besitzt. In der That benutzt man eine derartige Vor-

---

1) Max v. Pettenkofer, Vorträge über Kanalisation und Abfuhr. München 1876, S. 34.

2) Deutsche Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege (1879) Bd. 11, S. 125. — Roth, Veröffentlichungen u. s. w. Berlin 1879, S. 183.

richtung zur Prüfung eines Thermometers auf die Richtigkeit der Siedepunktangabe. Das Instrument wird hierzu bei *c* so in die Röhre gehängt, dass die Kugel noch unterhalb des Abganges der Zweigröhre *b* sich befindet. Das Abblasen des Dampfes aus *b* gilt als Zeichen, dass der Siedepunkt erreicht ist; es wird nun das Thermometer abgelesen und seine Angabe mit einer Siedetabelle verglichen, beziehentlich nach der Formel: $t = 100^{\circ} + 0{,}0375^{\circ} (b - 760)$ beurtheilt.

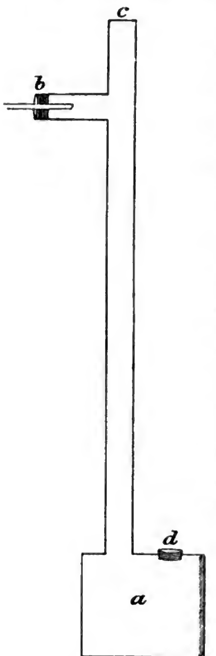


Fig. 1.

Das Ausströmen von sichtbarem Dampfe aus *b* ist aber nur dann ein Zeichen des Siedens, wenn der Kessel *a* geschlossen ist. Oeffnet man ihn, z. B. bei *d*, so bläst schon unter der Siedetemperatur sichtbarer Wasserdampf aus *b* ab. Selbst im geheizten Zimmer bleibt letzterer bis herab zu $+40^{\circ}$ C. (im gläsernen *T*-Rohr gemessen) sichtbar. Es gelingt infolgedessen die Verwerthung der Erscheinung als Vorlesungsversuch leicht.

Von praktischer Bedeutung ist dieselbe bei der erwähnten Controle der Thermometer und ferner in der Desinfectionspraxis, wo ein undichter Apparat recht deutlich den neuerdings verlangten »strömenden Wasserdampf« abblasen kann, ohne dass die Siedetemperatur auch nur annähernd erreicht ist.

Ueber die Vertheilung der Luftfeuchtigkeit in München.

Von

Gottfried Oswald,

approb. Arzt aus Mühlhausen in Thüringen.

Es ist eine durch vielfache Erfahrungen sicher constatirte Thatsache, dass in vielen Städten die Ausbreitung epidemischer Krankheiten eine sehr verschiedene ist nach der Lage der einzelnen Stadttheile. Gewisse Vorstädte werden z. B. stärker befallen, wenn Cholera oder Typhus herrschen, als das Innere der Stadt, oder höhere Stadttheile weniger als tiefgelegene; ein andermal ist das linke Flussufer mehr begünstigt als das rechte, kurz es sind locale Verschiedenheiten im Areale einer Ortschaft vorhanden, welche regelmässig wiederkehren, oder bei einer Epidemie sich gerade umgekehrt gestalten wie bei einer vorhergehenden. Wer sich die Mühe nimmt, nur die zahlreichen epidemiologischen Arbeiten Pettenkofer's, ganz abgesehen von vielen anderen Beobachtungen, welche in der Literatur der ganzen Welt zerstreut sind, durchzulesen, kann darin eine grosse Anzahl von Belegen für diese nunmehr sicher constatirte Thatsache, über deren Deutung jedoch noch Meinungsverschiedenheiten bestehen, auffinden. Es ist damit der hygienischen Forschung ein weites Arbeitsgebiet eröffnet, auf dem schon manche werthvolle Untersuchungen gemacht wurden, welche jedoch meist den Erdboden zum Gegenstand hatten.

Grundwasser, Grundluft, Porosität, Permeabilität des Bodens für Luft und Wasser, die Zersetzungsvorgänge im Boden, das Verhalten der niederen Pilze in verschiedenen Bodenarten — all' diese Factoren der Oertlichkeit sind Gegenstände der Untersuchung

geworden, an welchen die Hygiene gemeinschaftlich mit der Landwirthschaft, wenn auch mit anderen Gesichtspunkten und Zielen arbeitet, und fast jeder Tag bringt neue Untersuchungsresultate.

Weniger Beachtung als der Erdboden fand bisher die über der Localität befindliche Luftschichte, in welcher sich das menschliche Leben abspielt, die Atmosphäre der Localität und der in ihr vorgehende Wechsel der meteorologischen Elemente; es erklärt sich dies daraus, dass man wohl keine grossen Differenzen im Klima verschiedener Localitäten, welche auf dem relativ kleinen Areale einer Stadt beisammen liegen, erwarten kann, und zwar mit Rücksicht auf die beständig vorhandene Bewegung im Luftmeere, welche local bedingte vielleicht auch zeitweise aufzufindende Unterschiede schnell verwischen dürfte.

Gleichwohl schien es interessant genug, ein Mal ein meteorologisches Element aus der ganzen das Klima bedingenden Summe solcher herauszugreifen und sein Verhalten an so eng bei einander liegenden Oertlichkeiten, wie die grossen Plätze einer Stadt es sind, zu studiren; hierzu dürfte am ehesten die Luftfeuchtigkeit geeignet sein.

Der Luftdruck kann, wenn man von den geringen, kaum einige Millimeter ausmachenden Differenzen, welche durch verschiedene Höhenlage einzelner Stadttheile bedingt sind, absieht, als vollkommen gleich über dem Areale einer Stadt betrachtet werden. Von den Temperaturverhältnissen weiss man aus alltäglicher Erfahrung, dass ein geringer Unterschied zwischen Peripherie und Centrum der Stadt besteht, welcher in einem grösseren Temperaturabfalle während der Nacht an der Peripherie der Stadt gegenüber dem Stadtinneren sich besonders bemerklich macht. Doch dürfte der Unterschied bei einer Stadt, wie z. B. München, kaum mehr als 1—2 ° C. betragen.

Mehr Aussicht auf ein der Localität entsprechendes verschiedenes Verhalten bietet dagegen das Studium des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft. Abgesehen davon, dass im Volksmunde tiefer gelegene Stadttheile gerne als feucht und ungesund gelten, liegt es nahe genug, von der Anwesenheit oder Abwesenheit von grösseren Wasserflächen oder Anpflanzungen, sowie von der

Windrichtung Unterschiede im Wassergehalte der Luft zu erwarten. Demnach entschloss ich mich gerne, Untersuchungen über die Vertheilung der Luftfeuchtigkeit in München anzustellen, deren Resultate ich hiermit der Oeffentlichkeit übergebe.

Den Untersuchungen wurde folgender Detailplan zu Grunde gelegt.

1. Ich wählte acht Beobachtungsstationen, grössere Plätze, welche über das Areal der Stadt München sich in einer Weise verteilen, wie das Kärtchen Fig. 1 zeigt.

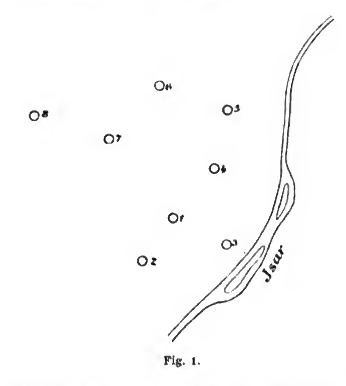


Fig. 1.

Die Charakteristik der einzelnen Beobachtungsstationen ist kurz folgende.

1. Station an der Frauenkirche; im Centrum der Stadt gelegen; enger Platz, von Häusern umschlossen; auf demselben steht die Frauenkirche; nur westlich von derselben eine kleine Anpflanzung.
2. Sendlingerthorplatz. Grosser freier Platz, rings von Bäumen umgeben; in der Mitte eine Fontäne. Nach Westen erstreckt sich ein kleiner Park.
3. Isarthorplatz. Grosser freier Platz, von einer Kastanienallee durchschnitten, von Gebäuden umrahmt.

4. Hofgarten. Grosse Baumpflanzung.
5. Königinstrasse. Strasse am Rande des englischen Gartens. Auf der Westseite befinden sich Häuser, auf der Ostseite der von vielen Wasserläufen durchzogene Park.
6. Nördlicher Friedhof, als grosser Garten zu betrachten; am Nordende der Stadt.
7. Stiegelmayerplatz. Mittelgrosser, von Bäumen umrahmter Platz.
8. Nymphenburgerstrasse. Lange, in offenem Bausystem bebaute, nach Westen aus der Stadt sich fortsetzende Strasse. Hinter den Gebäuden zu beiden Seiten Felder.

Aus dieser kurzen Charakteristik der einzelnen Stationen, sowie deren Lage zu einander, wird ersichtlich, dass durch die getroffene Wahl die Möglichkeit gegeben wurde, sowohl den allenfallsigen Einfluss der Windrichtung zu constatiren, als auch die Unterschiede zwischen Centrum und Peripherie der Stadt, zwischen angepflanztem und sterilem Boden und bei Anwesenheit und Abwesenheit von Wasserflächen zu studiren.

2. Beobachtungszeit. Da ich bei diesen Untersuchungen weder Gelegenheit hatte, eine grosse Anzahl registrirender Instrumente, welche zu gleicher Zeit ihre Angaben machen konnten, an den Stationen aufzustellen, noch auch eine Anzahl von Beobachtern mir zu Gebote stand, welche gleichzeitig mit mir an einem oder zwei Stationen Beobachtungen gemacht hätten, so sah ich mich auf mich allein angewiesen, und gezwungen, die ganze Zahl von acht Beobachtungen, welche am besten gleichzeitig erfolgt wäre, in möglichst kurzer Zeit hintereinander selbst zu machen, wozu die Verbindung der Plätze unter einander durch Trambahnen günstige Gelegenheit darbot. Es hatte dies den nicht zu unterschätzenden Vortheil, dass alle Beobachtungen mit einem einzigen Insrumente (siehe unten), welches leicht zu transportiren war, angestellt werden konnten, und somit die Resultate an den einzelnen Stationen gut vergleichbar waren, da Fehler, welche allenfalls dem Instrumente anhafteten, alsdann allen Beobachtungen gemeinsam sein mussten.

Bei möglichst rascher Aufeinanderfolge der Beobachtungen konnten alle acht in der Zeit von zwei Stunden gemacht werden, und verfuhr ich dabei gewöhnlich in der Reihenfolge:

Sendlingerthorplatz,
Isarthorplatz,
Hofgarten,
Königinstrasse,
Nördlicher Friedhof,
Stiegelmayerplatz,
Nymphenburgerstrasse,
Frauenkirche.

Es drängt sich hierbei die Frage auf, welcher Fehler etwa durch die zeitliche Aufeinanderfolge der Beobachtungen bedingt werden konnte. Derselbe lässt sich annähernd berechnen aus den meteorologischen Beobachtungen, welche für München seit einer grossen Reihe von Jahren vorliegen. Folgende Tabelle ergibt den täglichen Gang der Tension des Wasserdampfes im Mittel aus einer Beobachtungsreihe von 67 Jahren und zwar für das ganze Jahr, für Sommer und Winter.

Tägliche Periode der Tension des Wasserdampfes in Millimetern.[1])

Zeit	Jahr	Sommer	Winter
Mitternacht . . .	6,71	10,11	3,96
2 Uhr . . .	6,55	9,84	3,89
4 » . . .	6,45	9,69	3,84
6 » . . .	6,55	10,12	3,86
8 » . . .	6,99	10,85	3,89
10 » . . .	7,03	11,05	4,06
Mittag . . .	7,34	11,06	4,27
2 Uhr . . .	7,29	10,90	4,33
4 » . . .	7,22	10,86	4,22
6 » . . .	7,25	11,08	4,12
8 » . . .	7,06	10,86	3,99
10 » . . .	6,89	10,53	3,97

1) Renk, Die Luft. Handbuch der Hygiene von Pettenkofer und Ziemssen. I. Theil, II. Abth., 2. Heft, S. 16, berechnet nach Lang, 67 jährige Beobachtungen zu München in den Mittheilungen der kgl. bayer. meteorolog. Centralstation für 1882.

Es wird daraus ersichtlich, dass die Schwankungen im durchschnittlichen Wassergehalte der Atmosphäre — von der Nachtzeit, welche zu den Versuchen nie benützt wurde, ganz abgesehen — während des Tages am grössten sind:

im Sommer	zwischen	6	und	8	Uhr	morgens
und	»	4	»	6	»	abends;
im Winter	»	8	»	10	»	morgens;

immerhin aber betragen sie für zwei Stunden im Sommer höchstens 0,73 mm, so dass sich für die zwischen den einzelnen Untersuchungen liegende Viertelstunde in maximo eine Zunahme von 0,09 mm berechnet, so dass eine grössere Differenz als diese sicher als eine durch die Oertlichkeit bedingte angesehen werden kann.

Wäre es möglich gewesen, mittels registrirender Instrumente die Beobachtungen auszuführen, so hätte auch leicht der Wunsch erfüllt werden können, die Beobachtungszeiten in Uebereinstimmung mit denen des meteorologischen Netzes in Bayern zu bringen; mit Rücksicht jedoch auf die mir zu Gebote stehende Zeit, musste ich davon absehen, und je nach den Umständen zu irgend einer Tageszeit meine Beobachtungen anstellen; es fallen daher die einzelnen Reihen auf sämmtliche Tageszeiten zwischen 6 Uhr morgens und 8 Uhr abends; jedoch wurden alle acht Beobachtungen, welche auf einmal zu machen waren, in der angegebenen Reihenfolge innerhalb zweier Stunden gemacht.

3. Methode. Seitens des hygienischen Instituts wurden zu meinen Versuchen zwei Rotations- oder Schleuderpsychrometer zur Verfügung gestellt; die Angaben der dazu gehörigen Thermometer wurden erst mit dem Normalthermometer des genannten Institutes verglichen und alle Ablesungen an denselben jeweilig entsprechend corrigirt.

Die beiden Thermometer, trockenes und feuchtes, sind an einem Stabe in der Art befestigt, dass sie sich um denselben drehen können, was durch Umdrehung eines Zahnrades bewerkstelligt wird. Bei dieser Umdrehung, welche mit bestimmter Geschwindigkeit ausgeführt werden muss, bleiben die oberen Enden der

Thermometer fest miteinander verbunden, während die beiden Cysternen durch Centrifugalwirkung von einander entfernt werden.

Die Drehung beschleunigt die Verdunstung des Wassers vom feuchten Thermometer, und wird somit eine Ablesung des Instrumentes früher möglich, als bei einem immobilen August'schen Psychrometer.

Mit einem dieser Instrumente wurden nun sämmtliche Beobachtungen gemacht; die Berechnung derselben aber mit Hülfe der Jelinek'schen Tabellen ausgeführt. Diese Tabellen ergeben bekanntlich die Tension des Wasserdampfes und die relative Feuchtigkeit für jeden Zehntelgrad des feuchten und trockenen Thermometers. Nun entspricht aber die Anzahl der Millimeter Quecksilber, welche die Tension des Wasserdampfes ausdrücken, annähernd der Anzahl von Grammen Wasser im Cubikmeter Luft unter gleichen Verhältnissen (absolute Feuchtigkeit), und erschien es daher angänglich, da es sich bei vorliegenden Untersuchungen nur um vergleichbare, nicht absolute Werthe handelte, die gefundenen Werthe für die Tension unverändert als absolute Feuchtigkeit zu nehmen.

Die für die relative Feuchtigkeit gefundenen Zahlen sind unter allen Umständen richtig; aus beiden Werthen aber lässt sich auf einfache Weise das Sättigungsdeficit berechnen. Ist a die absolute Feuchtigkeit und r die relative, so ist das Sättigungsdeficit S.

$$S = \frac{100\,a.}{r} - a.$$

Ohne diese Substituirung der Tension für die absolute Feuchtigkeit hätten gegen 1000 Berechnungen der absoluten Feuchtigkeit ebenso viele der relativen und wieder soviele des Sättigungsdeficits ausgeführt werden müssen. Angesichts der hierzu erforderlichen Formeln dürfte dieses zeitsparende Verfahren, welches nur um wenige Zehntel von der Wahrheit verschiedene Zahlen ergab, wohl gerechtfertigt sein.

Ich lasse nun die sämmtlichen Beobachtungen, welche zwischen dem 27. Januar und 3. Juli 1885 ausgeführt wurden, folgen, um sodann zur Analyse derselben überzugehen.

Beobachtungen.

	Thermometer		Feuchtigkeit			Thermometer		Feuchtigkeit			Thermometer		Feuchtigkeit		
	trocken	feucht	absolut	relativ	Sättigs.-deficit	trocken	feucht	absolut	relativ	Sättigs.-deficit	trocken	feucht	absolut	relativ	Sättigs.-deficit
	1.					2.				*)	3.				**)
Tag und Stunden .	27. Jan. 9—11					29. Jan. 7—9					30. Jan. 7—9				
Windrchtg.u.Wetter	W_2 Schön					W Schön					SW_2 Schön				
Frauenkirche . .	6,7	1,7	2,2	30	5,1	2,7	1,0	3,9	70	1,9	9,0	6,8	6,1	71	2,5
Stiegelmayerplatz .	6,9	2,5	2,9	38	4,5	1,9	0,6	4,0	77	1,3	8,6	6,5	6,0	71	2,4
Aeuss. Nymphen-															
burgerstrafse . .	6,9	2,0	2,4	32	5,0	1,5	0,3	4,0	78	1,1	8,5	6,5	6,0	73	2,3
Nördl. Friedhof .	7,2	2,5	2,7	35	4,9	1,5	0,3	4,0	78	1,1	8,4	6,4	6,0	73	2,2
Königinstrasse . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8,6	6,5	6,0	71	2,4
Hofgarten . . .	7,5	2,5	2,5	32	5,3	1,5	0,3	4,0	78	1,1	8,6	6,5	6,0	71	2,4
Isarthorplatz . .	8,2	3,0	2,6	32	5,5	1,8	0,5	4,0	77	1,2	8,7	6,6	6,0	72	2,4
Sendlingerthorplatz	7,9	3,0	2,8	35	5,2	2,2	1,3	4,5	84	0,9	9,1	7,0	6,2	72	2,4
	4.														
Tag und Stunden .	31. Jan. 7—9														
Windrchtg.u.Wetter	SW_3 Schön														
Frauenkirche . .	5,7	4,1	5,2	76	1,7										
Stiegelmayerplatz .	5,5	3,9	5,1	76	1,7										
Aeuss. Nymphen-															
burgerstrasse .	4,6	3,3	5,0	79	1,4										
Nördl. Friedhof .	7,3	5,0	5,2	68	2,5										
Königinstrasse . .	6,8	4,6	5,0	68	2,4										
Hofgarten . . .	6,4	4,3	5,0	69	2,2										
Isarthorplatz . .	5,7	4,0	5,1	74	1,8										
Sendlingerthorplatz	4,9	3,5	5,1	78	1,4										
	5.					6.					7.				
Tag und Stunden .	2. Febr. 7—9					3. Febr. 7—9					4. Febr. 7—9				
Windrchtg.u.Wetter	SW_3 Schön					W_4 Regen					stille bewölkt				
Sendlingerthorplatz	2,5	1,4	4,5	80	1,0	2,2	0,7	3,9	74	1,5	1,7	1,0	4,5	88	0,7
Isarthorplatz . .	1,8	0,8	4,3	82	0,9	2,0	0,7	4,1	77	1,2	2,7	1,9	4,8	85	0,8
Hofgarten . . .															
Königinstrasse . .	2,7	1,5	4,4	79	1,4	3,2	1,4	4,0	70	1,8	2,6	1,7	4,7	84	0,8
Nördl. Friedhof .	1,1	0,5	4,4	89	0,6	3,6	1,7	4,1	69	1,8	2,4	1,7	4,8	87	0,7
Stiegelmayerplatz .	2,7	1,4	4,3	77	1,5	1,8	1,7	5,1	98	0,1	2,0	1,5	4,8	91	0,5
Aeuss. Nymphen-	1,9	1,3	4,7	90	0,6	2,7	2.2	5,1	91	0,5	2,2	1,6	4,8	89	0,6
burgerstrasse .	1,6	0,6	4,2	82	1,0	2,6	2,0	4,9	89	0,6	1,8	1,4	4,9	93	0,3
Frauenkirche . .	2,7	1,4	4,3	77	1,3	4,3	3,0	4,9	79	1,3	2,6	1,8	4,8	85	0,7
	8.					9.					10.				
Tag und Stunden .	9. Febr. 7—9					11. Febr. 7—9					12. Febr. 7—9				
Windrichtg.uWetter	SW_1 bewölkt					SW_1 bewölkt					stille Regen				
Sendlingerthorplatz	3,7	2,9	5,2	87	0,8	2,5	2,3	4,7	80	0,7	3,7	3,5	5,8	97	0,2
Isarthorplatz . .	3,7	3,1	5,4	90	0,6	4,2	2,7	4,7	76	1,5	4,1	3,9	5,9	97	0,4
Hofgarten . . .															
Königinstrasse . .	3,7	3,0	5,3	88	0,7	4,7	3,3	5,0	78	1,4	4,3	4,0	5,9	96	0,2
Nördl. Friedhof .	2,9	2,5	5,2	93	0,5	4,6	3,2	4,9	78	1,5	3,9	3,7	5,9	97	0,2
Stiegelmayerplatz .	5,2	4,0	5,4	81	1,2	5,4	3,9	5,1	77	1,6	4,3	3,6	5,5	89	0,7
Aeuss. Nymphen-	4,9	3,9	5,5	84	1,0	5,8	4,3	5,3	78	1,6	4,5	4,0	5,8	92	0,5
burgerstrasse .	3,7	3,0	5,3	88	0,7	5,5	4,2	5,4	80	1,4	4,2	3,7	5,7	92	0,5
Frauenkirche . .	5,4	3,8	5,0	75	1,7	7,3	5,4	5,6	73	2,1	4,7	4,0	5,7	89	0,7

*) In folgender Reihenfolge beobachtet:

Isarthorplatz, Hofgarten, nördlicher Friedhof, Stiegelmayerplatz, äussere Nymphenburgerstrasse, Frauenkirche, Sendlingerthorplatz.

) **Sendlingerthorplatz, Isarthorplatz, Hofgarten, Königinstrasse, nördlicher Friedhof, Stiegelmayerplatz, äussere Nymphenburgerstrasse, Frauenkirche.

	Thermometer		Feuchtigkeit			Thermometer		Feuchtigkeit			Thermometer		Feuchtigkeit		
	trocken	feucht	absolut	relativ	Sättigungsdeficit	trocken	feucht	absolut	relativ	Sättigungsdeficit	trocken	feucht	absolut	relativ	Sättigungsdeficit
	11.					12.					13.				
Tag und Stunden .	13. Febr. 7—9					14. Febr. 7—9					15. Febr. 7—9				
Windrchtg. u. Wetter	S_2 Nebel Niederschl.					S_2 bewölkt					NO bewölkt Schnee				
Sendlingerthorplatz	2,7	2,5	5,4	96	0,2	0,5	0,0	4,3	90	0,4	-1,3	-2,5	3,2	76	1,0
Isarthorplatz . .	2,9	2,5	5,2	93	0,5	0,6	0,4	4,6	96	0,2	-1,5	-2,5	3,3	80	0,8
Hofgarten . . .	2,5	2,3	5,3	96	0,2	0,1	-0,1	4,4	96	0,2	-1,7	-2,7	3,2	80	0,8
Königinstrasse . .	2,4	2,2	5,3	96	0,2	0,0	-0,2	4,4	96	0,2	-1,9	-2,7	3,3	84	0,7
Nördl. Friedhof .	2,6	2,4	5,3	96	0,2	0,7	0,3	4,5	92	0,3	-1,4	-2,3	3,4	82	0,7
Stiegelmayerplatz .	2,6	2,4	5,3	96	0,2	0,6	0,3	4,5	94	0,3	-1,7	-2,4	3,5	86	0,5
Aeuss. Nymphenburgerstrasse .	2,5	2,3	5,3	96	0,2	0,5	0,1	4,4	92	0,3	-1,5	-2,3	3,5	84	0,6
Frauenkirche . .	2,7	2,4	5,3	94	0,3	0,5	0,1	4,4	92	0,3	-1,3	-2,5	3,2	76	1,0
	14.					15.					16.				
Tag und Stunden .	20. Febr. 7—9					21. Febr. 7—9					22. Febr. 7—9				
Windrchtg. u. Wetter	SO_1 Schön					SW_1 Schön					SW bewölkt				
Sendlingerthorplatz	-2,8	-4,5	2,4	64	1,3	-2,5	-3,7	2,8	74	1,1	2,2	-0,5	3,0	56	2,4
Isarthorplatz . .	-0,8	-3,3	2,3	53	2,0	-1,5	-3,0	2,9	70	1,2	2,5	-0,4	2,9	54	2,6
Hofgarten . . .	0,5	-2,5	2,2	47	2,2	0,2	-2,0	1,9	35	2,8	2,9	-0,1	3,0	53	2,7
Königinstrasse . .	0,8	-3,0	2,5	58	2,4	0,8	-2,3	2,2	46	1,2	3,2	-0,0	2,7	47	3,1
Nördl. Friedhof .	2,1	-1,7	2,0	39	3,3	0,5	-1,7	2,9	61	1,9	2,9	0,1	3,0	53	2,7
Stiegelmayerplatz .	1,9	·1,3	2,5	47	2,8	0,7	-1,5	3,0	61	1,8	3,5	0,5	3,0	51	2,9
Aeuss. Nymphenburgerstrasse .	1,5	-1,3	2,7	53	2,4	0,8	-1,0	3,3	68	1,6	3,0	0,8	3,6	62	2,1
Frauenkirche . .	3,9	-0,2	2,4	39	3,7	2,7	0,0	3,0	53	2,6	4,5	0,9	2,8	43	3,5
	17.					18.					19.				
Tag und Stunden .	1. März 7—9					1. März $^1/_2$2—$^1/_2$4					2. März $^1/_2$9—$^1/_2$11				
Windrchtg. u. Wetter	SO Schnee					NO bewölkt					SO bewölkt				
Sendlingerthorplatz	-0,8	-1,1	4,1	94	0,2	1,7	1,3	4,8	93	0,4	1,0	0,4	4,4	89	0,5
Isarthorplatz . .	-1,1	-1,3	4,1	96	0,1	1,8	1,2	4,7	90	0,5	1,2	0,5	4,4	87	0,6
Hofgarten . . .	-1,1	-1,3	4,1	96	0,1	1,5	0,9	4,5	89	0,6	1,3	0,5	4,3	85	0,8
Königinstrasse . .	-0,3	-,07	4,1	92	0,4	1,5	0,9	4,5	89	0,6	1,3	0,6	4,4	87	0,7
Nördl. Friedhof .	-0,3	-0,3	4,5	100	0,0	1,5	0,9	4,5	89	0,6	1,6	0,9	4,5	87	0,7
Stiegelmayerplatz .	-0,3	-0,7	4,1	92	0,4	2,1	1,5	4,8	89	0,5	1,9	1,3	4,7	90	0,6
Aeuss. Nymphenburgerstrasse .	+0,2	-0,3	4,2	90	0,5	2,5	1,7	4,7	85	0,8	1,7	1,0	4,5	88	0,7
Frauenkirche . .	-0,1	-0,3	4,4	96	0,2	2,3	1,6	4,8	87	0,6	1,9	1,0	4,4	84	0,9
	20.					21. *)					21.				
Tag und Stunden .	3. März 7—9					5. März $^1/_2$2—$^1/_2$4					7. März 7—9				
Windrchtg. u. Wetter	W_1 bewölkt					SW_1 Sonnenschein					bewölkt				
Sendlingerthorplatz	0'7	-0,5	3,8	78	1,0	9,6	6,7	5,6	62	3,3	1,5	1,0	4,6	91	0,3
Isarthorplatz . .	1,3	0,2	4,0	80	1,1	8,9	6,5	5,8	67	2,7	1,7	1,4	4,9	94	0,3
Hofgarten . . .	1,0	-0,1	4,1	80	0,8	8,9	6,3	5,6	66	2,9	1,3	1,0	4,8	94	0,3
Königinstrasse . .	1,2	0,1	4,0	80	1,0	10,2	6,9	5,5	59	3,8	1,0	0,9	4,8	98	0,1
Nördl. Friedhof .	1,3	0,3	4,1	82	1,0	8,8	6,4	5,8	68	2,7	0,8	0,6	4,7	96	0,2
Stiegelmayerplatz .	2,1	1,0	4,3	80	1,0	8,9	5,8	5,0	59	3,5	1,0	0,8	4,7	96	0,2
Aeuss. Nymphenburgerstrasse .	1,6	0,4	4,0	78	1,2	8,8	6,3	5,6	67	2,9	0,8	0,6	4,7	96	0,2
Frauenkirche . .	1,6	0,4	4,0	78	1,2	8,2	5,3	4,9	61	3,2	1,3	0,8	4,6	91	0,5

*) In folgender Reihenfolge beobachtet:

Frauenkirche, äussere Nymphenburgerstrasse, Stiegelmayerplatz, nördlicher Friedhof, Königinstrasse, Hofgarten, Isarthorplatz, Sendlingerthorplatz.

	Thermometer		Feuchtigkeit			Thermometer		Feuchtigkeit			Thermometer		Feuchtigkeit		
	trocken	feucht	absolut	relativ	Sättigungsdeficit	trocken	feucht	absolut	relativ	Sättigungsdeficit	trocken	feucht	absolut	relativ	Sättigungsdeficit
	23.					24.					25.				
Tag und Stunden.	7. März ½2—½4					8. März 8—10					8. März ½2—½4				
Windrchtg. u. Wetter	Sonnenschein					stille bewölkt					NW Sonnenschein				
Sendlingerthorplatz	5,0	2,8	4,3	66	2,2	0,3	-0,1	4,3	92	0,4	4,2	2,6	4,6	74	1,6
Isarthorplatz . .	4,8	2,6	4,2	65	2,3	0,9	0,3	4,4	89	0,5	4,6	2,5	4,2	67	2,2
Hofgarten . . .	4,3	2,0	3,9	63	2,3	0,5	-0,1	4,2	89	0,5	3,5	1,4	3,8	65	2,1
Königinstrasse . .	4,1	2,0	4,0	66	2,1	0,7	0,4	4,6	94	0,2	3,7	1,7	4,0	67	2,0
Nördl. Friedhof .	4,7	2,0	3,7	57	2,7	0,8	0,4	4,5	92	0,4	3,0	1,6	4,3	76	1,4
Stiegelmayerplatz .	4,9	2,7	4,3	65	2,2	1,5	0,7	4,4	85	0,7	3,1	1,6	4,3	74	1,4
Aeuss. Nymphenburgerstrasse .	5,5	4,0	5,2	77	1,6	1,5	1,0	4,6	91	0,5	3,5	1,6	4,0	69	1,9
Frauenkirche . .	4,4	1,9	3,8	60	2,5	1,5	0,3	4,0	78	1,1	2,2	1,0	4,2	79	1,2
	26.					27.					28.				
Tag und Stunden.	9. März ½8—½10					9. März ¾2—¾4					10. März 7—9				
Windrchtg. u. Wetter	SW bewölkt					W Schnee					SW_1 Sonnenschein				
Sendlingerthorplatz	0,8	0,0	4,1	85	0,8	8,6	5,7	5,1	61	3,1	2,7	2,8	5,2	93	0,4
Isarthorplatz . .	1,5	0,5	4,2	82	0,9	7,5	4,3	4,3	57	3,5	4,3	3,5	5,4	87	0,8
Hofgarten . . .	2,0	0,8	4,2	78	1,1	6,6	3,9	4,4	61	2,9	4,7	3,6	5,3	82	1,1
Königinstrasse . .	2,3	1,1	4,3	79	1,1	7,2	4,4	4,6	61	3,0	5,2	3,9	5,3	80	1,3
Nördl. Friedhof .	3,1	1,7	4,4	76	1,3	7,7	4,5	4,4	57	3,5	5,9	4,5	5,5	79	1,5
Stiegelmayerplatz .	3,7	2,1	4,4	73	1,6	7,0	4,9	5,2	70	2,3	5,8	4,5	5,5	81	1,5
Aeuss. Nymphenburgerstrasse .	3,6	2,3	4,6	78	1,3	3,7	3,1	5,4	90	0,6	6,7	5,0	5,5	76	1,4
Frauenkirche . .	4,6	2,5	4,2	67	2,2	3,7	2,8	5,1	85	0,9	7,2	5,1	5,3	70	2,3
	29.					30.					31.				
Tag und Stunden.	11. März 7—9					11. März 2—4					12. März 7—9				
Windrchtg. u. Wetter	S_2 Sonnenschein					bewölkt					stille Sonnenschein				
Sendlingerthorplatz	2,1	0,6	3,9	73	1,4	15,6	10,8	6,8	51	6,4	5,5	3,5	4,7	70	2,1
Isarthorplatz . .	3,1	1,4	4,1	71	1,6	16,1	10,5	6,1	45	7,5	5,9	4,0	5,0	72	2,0
Hofgarten . . .	3,0	2,0	4,3	72	1,7	15,6	10,3	6,1	47	7,1	5,8	3,6	4,9	74	1,8
Königinstrasse . .	3,5	1,9	4,3	73	1,6	16,0	10,7	6,4	47	7,1	5,5	3,9	5,1	76	1,7
Nördl. Friedhof .	4,5	2,5	4,3	68	2,1	15,6	11,0	7,0	53	6,2	7,1	4,4	4,7	62	2,8
Stiegelmayerplatz .	5,1	2,7	4,1	63	2,8	15,3	9,9	5,8	46	7,2	7,6	5,3	5,3	68	2,5
Aeuss. Nymphenburgerstrasse .	5,5	3,5	4,7	70	2,0	15,4	10,9	7,0	54	6,0	8,5	5,9	5,4	65	2,9
Frauenkirche . .	6,6	3,5	4,0	56	3,3	15,1	12,0	8,6	67	4,2	8,2	6,0	5,7	70	2,4
	32.					33.					34.				
Tag und Stunden.	12. März ½2—½4					13 März 7—9					13. März 2—4				
Windrchtg. u. Wetter	W Sonnenschein					SW_1 bewölkt					W bewölkt				
Sendlingerthorplatz	16,9	11,8	7,2	51	7,1	7,8	6,5	6,5	82	1,4	10,4	8,9	7,7	81	1,8
Isarthorplatz . .	15,8	10,7	6,5	49	6,9	8,7	7,0	6,5	77	1,9	11,0	9,5	8,0	81	1,8
Hofgarten . . .	15,5	10,7	6,7	51	6,4	9,5	7,1	6,1	69	2,8	10,4	8,9	7,6	81	1,8
Königinstrasse . .	16,5	11,5	7,1	51	6,9	9,6	7,3	6,3	70	2,6	10,5	8,9	7,6	80	1,9
Nördl. Friedhof .	15,2	9,9	5,9	46	7,0	10,1	7,9	6,6	72	2,6	11,6	9,9	8,1	80	2,1
Stiegelmayerplatz .	16,2	11,2	6,9	51	6,8	10,1	7,9	6,6	72	2,6	11,6	9,9	8,1	80	2,1
Aeuss. Nymphenburgerstrasse .	16,4	11,7	7,4	53	6,5	9,5	7,5	6,5	74	2,4	10,9	10,2	8,9	92	0,8
Frauenkirche . .	16,6	11,3	6,8	49	7,2	10,4	7,9	6,5	69	2,9	10,7	8,9	7,4	77	2,2

	Thermometer		Feuchtigkeit			Thermometer		Feuchtigkeit			Thermometer		Feuchtigkeit		
	trocken	feucht	absolut	relativ	Sättigungsdeficit	trocken	feucht	absolut	relativ	Sättigungsdeficit	trocken	feucht	absolut	relativ	Sättigungsdeficit
	35.					36.					37.				
Tag und Stunden	14. März 7—9					14. März 2—4					15. März 7—9				
Windrchtg. u. Wetter	NO_1 Nebel					NO Sonnenschein					NO_1 Nebel				
Sendlingerthorplatz	0,5	0,5	4,8	100	0,0	13,2	10,1	7,3	65	4,0	0,9	0,5	4,5	92	0,4
Isarthorplatz	2,6	2,2	5,1	93	0,4	13,7	10,4	7,4	63	4,3	2,3	1,9	5,0	93	0,4
Hofgarten	3,0	2,8	5,5	96	0,2	13,6	10,1	7,1	61	4,5	2,7	2,2	5,1	91	0,7
Königinstrasse	2,6	2,4	5,3	96	0,2	13,4	10,1	7,2	63	4,3	1,9	1,7	5,1	96	0,2
Nördl. Friedhof	2,6	2,4	5,3	96	0,2	13,2	9,9	7,1	63	4,2	1,1	0,9	4,8	96	0,2
Stiegelmayerplatz	3,6	2,3	5,6	95	0,3	13,6	10,4	7,5	64	4,1	3,7	3,1	5,4	90	0,6
Aeuss. Nymphenburgerstrasse	3,2	2,9	5,5	95	0,3	13,8	10,7	7,7	66	4,1	2,6	2,2	5,1	93	0,4
Frauenkirche	5,0	4,8	6,3	97	0,2	13,4	11,0	8,3	73	3,2	5,6	4,5	5,6	83	1,2
	38.					39.					40.				
Tag und Stunden	16. März 7—9					17. März 7—9					19. März 7—9				
Windrchtg. u. Wetter	E Nebel					Sonnenschein					SW Sonnenschein				
Sendlingerthorplatz	2,0	1,7	5,0	94	0,2	2,0	1,7	5,0	94	0,3	6,1	4,5	5,4	76	1,6
Isarthorplatz	3,1	2,5	5,1	90	0,6	5,4	5,1	6,4	95	0,3	7,1	4,6	4,9	65	2,6
Hofgarten	5,1	3,9	5,3	82	1,3	6,5	5,2	5,8	81	1,4	8,4	5,3	4,8	59	3,4
Königinstrasse	4,7	4,3	6,0	94	0,4	3,9	3,7	5,9	97	0,2	8,7	5,5	4,8	58	3,6
Nördl. Friedhof	4,7	4,0	5,7	89	0,7	7,7	6,0	6,0	76	1,9	9,5	7,3	6,3	71	2,6
Stiegelmayerplatz	6,7	5,1	5,6	77	1,7	8,0	6,3	6,1	76	1,9	9,6	6,5	5,4	60	4,5
Aeuss. Nymphenburgerstrasse	6,7	5,5	6,1	83	1,2	8,5	7,3	6,9	84	1,4	11,7	8,0	5,8	56	4,5
Frauenkirche	8,5	5,5	5,0	60	3,3	9,4	7,5	6,6	75	2,2	11,5	7,4	5,2	52	4,9
	41.					42.					43.				
Tag und Stunden	20. März 7—9					21. März 7—9					22. März $^1/_2 9$—$^1/_2 11$				
Windrchtg. u. Wetter	SW Sonnenschein					W Regen					N_4 bewölkt				
Sendlingerthorplatz	15,8	9,1	4,6	34	7,8	5,2	3,7	5,1	77	1,5	1,8	0,7	4,2	80	1,0
Isarthorplatz	16,5	9,7	4,9	35	9,1	5,6	3,7	4,8	71	2,0	2,8	1,5	4,4	77	1,2
Hofgarten	16,9	9,5	4,4	31	9,9	5,3	3,7	5,0	74	1,7	2,5	1,1	4,2	75	1,3
Königinstrasse	17,5	9,7	4,3	29	10,6	6,8	3,9	4,3	59	3,1	3,0	1,5	4,2	74	1,5
Nördl. Friedhof	18,3	9,7	3,8	24	11,8	5,6	3,7	4,8	71	2,0	2,7	1,0	3,9	70	
Stiegelmayerplatz	17,2	9,6	4,3	30	10,3	5,6	3,7	4,8	71	2,0	3,2	1,2	3,8	66	1,6
Aeuss. Nymphen-															2,0
burgerstrasse	17,1	9,5	4,3	30	10,2	5,0	3,4	4,9	75	1,6	3,1	1,0	3,7	64	2,0
Frauenkirche	17,5	9,1	3,6	24	11,3	4,5	2,6	4,4	70	1,9	3,6	1,0	3,4	57	2,5
	44.					45.					46.				
Tag und Stunden	24. März 7—9					24. März 5—7 N.					26. März 7—9				
Windrchtg. u. Wetter	SO Schnee					S Schnee					O bewölkt				
Sendlingerthorplatz	0,9	0,6	4,6	94	0,3	2,4	0,7	3,8	70	1,7	1,0	0,4	4,4	89	0,5
Isarthorplatz	1,8	1,4	4,9	93	0,3	2,4	0,9	4,0	74	1,5	1,1	0,5	4,4	89	0,6
Hofgarten	1,4	1,3	5,0	98	0,1	1,9	0,5	3,9	75	1,4	0,6	0,1	4,3	90	0,5
Königinstrasse	1,0	1,0	4,9	100	0,0	2,0	0,4	3,8	71	1,5	0,6	0,1	4,3	90	0,5
Nördl. Friedhof	1,5	1,1	4,7	93	0,4	1,6	0,4	4,0	78	1,2	0,6	0,4	4,6	96	0,2
Stiegelmayerplatz	2,2	1,6	4,8	89	0,6	1,9	0,5	3,9	75	1,4	1,0	0,5	4,5	90	0,4
Aeuss. Nymphenburgerstrasse	1,8	1,6	5,1	96	0,1	1,3	-0,1	3,9	75	1,2	0,7	0,4	4,6	94	0,2
Frauenkirche	1,6	0,7	4,3	84	0,9	1,4	0,0	3,8	74	1,3	1,2	0,4	4,3	85	0,7

	Thermometer		Feuchtigkeit			Thermometer		Feuchtigkeit			Thermometer		Feuchtigkeit		
	trocken	feucht	absolut	relativ	Sättigungsdeficit	trocken	feucht	absolut	relativ	Sättigungsdeficit	trocken	feucht	absolut	relativ	Sättigungsdeficit
	47.				*)	48.					49.				
Tag und Stunden	5. Mai 7—9					6. Mai 7—9					6. Mai ½2—½4				
Windrchtg. u. Wetter	SO bewölkt feucht					NO Sonnenschein					Sonnenschein				
Sendlingerthorplatz	10,2	9,2	8,1	87	1,2	10,7	7,2	5,5	57	3,9	12,5	7,4	4,6	43	6,2
Isarthorplatz	11,5	8,7	6,7	66	3,4	10,3	7,4	4,9	52	4,7	13,4	8,6	5,5	48	6,0
Hofgarten	11,2	9,1	7,4	74	2,5	10,5	6,7	5,1	53	4,4	13,5	7,4	4,0	35	7,5
Königinstrasse	11,9	9,9	7,9	76	2,7	10,6	7,1	5,4	57	4,2	12,8	8,1	5,2	48	5,8
Nördl. Friedhof	12,2	9,9	7,7	73	2,9	10,0	6,7	5,4	58	3,8	13,9	8,7	5,3	45	6,5
Stiegelmayerplatz	12,1	9,8	7,7	73	2,8	9,7	6,7	5,5	61	3,5	14,5	8,7	4,9	40	7,4
Aeuss. Nymphenburgerstrasse	13,0	10,8	8,3	75	2,9	9,7	6,7	5,5	61	3,5	13,7	8,5	5,2	44	6,5
Frauenkirche	13,0	10,5	8,0	72	3,2	8,5	5,8	5,3	64	3,0	13,1	8,1	5,1	45	6,1
	50.					51.					52.				
Tag und Stunden	7. Mai ½3—½5					8. Mai 7—9					8. Mai ½6—½8 N.				
Windrchtg. u. Wetter	O bewölkt					NW Sonnenschein					SO Schön				
Sendlingerthorplatz	10,4	7,7	6,2	66	3,2	6,1	4,6	5,5	78	1,5	15,5	9,4	5,1	39	8,0
Isarthorplatz	10,8	7,7	6,0	62	3,7	7,5	5,2	5,2	68	2,6	15,3	9,3	5,1	40	7,9
Hofgarten	11,6	7,7	5,5	54	4,7	7,3	5,7	5,9	78	1,7	14,3	8,6	4,9	41	7,2
Königinstrasse	12,0	8,4	6,1	58	4,4	8,2	6,7	6,4	79	1,7	13,2	9,5	6,6	59	4,7
Nördl. Friedhof	11,4	7,8	5,7	57	4,4	9,5	7,5	6,5	74	2,4	13,7	8,7	5,4	46	6,3
Stiegelmayerplatz	10,7	8,1	6,5	68	3,1	9,6	7,1	6,0	67	2,9	14,3	8,6	4,9	41	7,2
Aeuss. Nymphenburgerstrasse	11,0	7,7	5,9	60	3,9	10,4	7,6	6,1	65	3,3	13,5	8,7	5,5	48	6,6
Frauenkirche	11,2	7,7	5,7	58	4,2	10,6	7,7	6,1	64	3,4	13,5	8,5	5,3	46	6,0
	53.					54.					55.				
Tag und Stunden	9. Mai ¾7—¾9					9. Mai ½2—½4					10. Mai ½2—½4				
Windrchtg. u. Wetter	NW Schön					W Schön					W Schön				
Sendlingerthorplatz	8,1	6,1	5,8	72	2,3	17,3	10,8	5,7	39	9,0	19,7	11,9	5,7	34	11,4
Isarthorplatz	9,1	6,7	5,9	68	2,7	18,9	12,2	6,5	41	9,8	21,6	13,6	6,7	35	12,5
Hofgarten	10,7	7,5	5,8	61	3,8	18,9	12,4	6,8	42	9,5	21,4	13,7	7,0	37	12,0
Königinstrasse	11,6	8,4	6,3	62	3,9	18,4	11,9	6,4	41	9,4	21,5	13,7	6,9	37	12,2
Nördl. Friedhof	11,7	9,1	7,1	69	3,2	19,3	12,5	6,7	40	10,0	22,4	14,4	7,4	37	12,7
Stiegelmayerplatz	12,3	8,8	6,4	60	4,3	18,5	11,7	6,1	39	9,8	21,7	14,4	7,8	40	11,5
Aeuss. Nymphenburgerstrasse	12,5	9,7	7,3	68	3,5	19,5	12,9	7,1	42	9,8	22,0	13,9	6,9	35	12,8
Frauenkirche	13,6	8,9	5,7	49	5,9	18,5	11,7	6,1	39	9,8	21,7	13,7	6,8	36	12,5
	56.					57.					58.				
Tag und Stunden	12. Mai ¾7—¾9					13. Mai 6—8 Fr.					14. Mai ½6—½8 Fr.				
Windrchtg. u. Wetter	W Schön					W Schön					S Schön				
Sendlingerthorplatz	13,5	10,9	8,1	71	3,4	21,8	14,9	8,4	43	11,0	12,4	11,7	9,8	93	0,9
Isarthorplatz	14,8	11,8	8,5	68	4,0	21,7	15,4	9,2	47	10,1	14,4	12,3	9,4	77	2,8
Hofgarten	16,3	12,3	8,2	59	5,6	21,3	15,5	9,6	51	9,2	15,1	12,4	9,1	71	3,7
Königinstrasse	16,5	13,6	9,8	70	4,2	21,1	15,5	9,7	52	8,9	15,0	12,5	9,3	73	3,4
Nördl. Friedhof	18,1	13,1	8,2	53	7,3	22,5	15,8	9,3	46	11,0	15,9	12,8	9,2	67	4,3
Stiegelmayerplatz	17,7	13,0	8,3	56	6,8	23,4	15,9	8,9	41	12,5	16,3	13,0	9,2	66	4,6
Aeuss. Nymphenburgerstrasse	19,3	14,6	9,5	57	7,2	23,4	16,0	9,0	42	12,4	17,5	14,3	10,2	68	4,7
Frauenkirche	19,2	13,5	8,1	49	8,5	21,7	14,7	8,2	43	11,1	17,7	13,5	9,0	60	6,1

*) In folgender Reihenfolge beobachtet:

Frauenkirche, äussere Nymphenburgerstrasse, Stiegelmayerplatz, nördlicher Friedhof, Königinstrasse, Hofgarten, Isarthorplatz, Sendlingerthorplatz.

	Thermometer trocken	Thermometer feucht	Feuchtigkeit absolut	Feuchtigkeit relativ	Feuchtigkeit Sättigungsdeficit	Thermometer trocken	Thermometer feucht	Feuchtigkeit absolut	Feuchtigkeit relativ	Feuchtigkeit Sättigungsdeficit	Thermometer trocken	Thermometer feucht	Feuchtigkeit absolut	Feuchtigkeit relativ	Feuchtigkeit Sättigungsdeficit
	59.					60.					61.				
Tag und Stunden .	14. Mai 2—4					15. Mai 7—9					15. Mai 5—7				
Windrchtg.u.Wetter	S bewölkt					W_3 Regen					W_3 bewölkt				
Sendlingerthorplatz	24,0	16,5	9,4	42	12,8	10,0	9,7	8,8	96	0,4	13,4	10,5	7,7	67	3,8
Isarthorplatz . .	24,0	15,8	8,4	37	13,8	13,0	10,7	8,2	74	3,0	13,3	10,0	7,2	63	4,2
Hofgarten . . .	22,5	16,1	9,7	48	10,6	11,7	10,2	8,4	83	1,9	13,3	10,5	7,8	68	3,6
Königinstrasse . .	22,6	17,3	11,5	56	8,9	11,8	10,3	8,4	83	1,9	13,0	10,5	8,0	72	3,2
Nördl. Friedhof .	23,7	15,4	8,0	36	13,8	11,8	10,3	8,4	83	1,9	13,2	10,1	7,3	65	4,0
Stiegelmayerplatz .	25,4	16,5	8,5	36	15,6	11,4	9,9	8,2	82	1,9	12,6	9,5	7,0	64	3,9
Aeuss. Nymphenburgerstrasse .	25,2	17,5	10,2	43	13,2	11,6	10,3	8,6	85	1,6	12,3	9,4	7,1	66	3,6
Frauenkirche . .	24,4	15,3	7,4	32	15,3	10,7	9,2	7,8	82	1,6	12,4	9,3	6,9	64	3,8
	62.					63.					64.				
Tag und Stunden .	16. Mai $^1/_2$2—$^1/_2$4					17. Mai $^1/_2$2—$^1/_2$4					18. Mai 7—9				
Windrchtg.u.Wetter	W bewölkt					O_1 Schön					O_2 bewölkt				
Sendlingerthorplatz	18,5	13,4	8,4	53	7,5	22,5	16,5	10,3	51	10,0	14,7	13,7	11,1	89	1,4
Isarthorplatz . .	20,6	14,3	8,3	46	9,8	22,5	16,5	10,3	51	10,0	16,4	14,0	10,4	75	3,5
Hofgarten . . .	18,6	13,4	8,3	52	7,7	22,5	16,6	10,4	52	9,9	16,8	13,6	9,7	68	4,5
Königinstrasse . .	18,6	13,5	8,4	53	7,6	22,4	16,5	10,3	52	9,8	18,4	14,5	9,9	63	5,7
Nördl. Friedhof .	20,4	14,4	8,6	48	9,2	23,4	17,4	11,1	52	10,3	19,0	14,6	9,7	59	6,7
Stiegelmayerplatz .	20,2	14,3	8,6	48	9,0	23,5	16,9	10,3	48	11,2	19,3	14,4	9,2	55	7,5
Aeuss. Nymphenburgerstrasse .	18,4	13,3	8,3	53	7,5	23,6	17,4	11,0	51	10,6	18,4	14,4	9,8	62	6,0
Frauenkirche . .	18,0	12,9	8,0	52	7,4	22,5	16,4	10,1	50	10,2	19,1	14,2	9,1	55	7,4
	65.					66.					67.				
Tag und Stunden .	19. Mai 7—9					19. Mai $^1/_2$4—$^1/_2$6					20. Mai 6—8 Fr.				
Windrchtg.u.Wetter	Schön					NW bewölkt					W Schön				
Sendlingerthorplatz	13,0	11,5	9,2	83	2,0	19,5	15,5	10,7	63	6,2	16,0	11,5	7,4	55	6,1
Isarthorplatz . .	14,0	11,6	8,7	74	3,2	20,5	15,0	9,3	52	8,6	16,0	11,9	7,9	58	5,6
Hofgarten . . .	14,4	11,7	8,6	71	3,6	20,4	14,5	8,7	49	9,1	15,5	12,5	9,0	68	4,1
Königinstrasse . .	14,6	11,7	8,5	69	3,9	20,4	15,6	10,3	57	7,5	14,0	11,9	9,1	77	2,8
Nördl. Friedhof .	15,4	11,4	7,6	59	5,4	22,3	15,6	9,1	46	10,9	16,4	13,5	9,8	70	4,1
Stiegelmayerplatz .	14,4	12,0	9,0	74	3,2	21,6	15,0	8,7	45	10,5	19,3	13,9	8,5	51	8,2
Aeuss. Nymphenburgerstrasse .	16,3	12,7	8,8	63	5,0	21,5	14,9	8,6	45	10,5	19,7	14,6	9,3	54	7,8
Frauenkirche . .	17,4	13,0	8,5	57	6,3	20,7	14,4	8,4	46	9,8	20,1	14,0	8,2	47	9,3
	68.					69.					70.				
Tag und Stunden .	20. Mai 4—6					22. Mai 7—9					23. Mai 6—8				
Windrchtg.u.Wetter	NO Schön					O Schön					O_4 Schön				
Sendlingerthorplatz	24,8	16,5	8,9	38	14,4	11,6	9,4	7,5	74	2,7	8,9	6,6	5,9	70	2,6
Isarthorplatz . .	25,4	17,1	9,4	40	14,7	11,6	8,9	6,9	68	3,3	9,8	7,4	6,3	69	2,8
Hofgarten . . .	24,0	17,4	10,8	49	11,4	11,8	9,0	6,9	67	3,4	9,9	7,6	6,4	70	2,7
Königinstrasse . .	23,6	17,5	11,2	52	10,5	12,2	9,6	7,4	70	3,2	10,5	7,9	6,4	68	3,1
Nördl. Friedhof .	23,2	17,5	11,4	54	9,7	13,8	10,5	7,5	63	4,3	12,2	8,4	6,0	56	4,6
Stiegelmayerplatz .	23,2	17,4	11,2	53	9,9	13,6	10,4	7,5	64	4,1	11,6	8,0	5,8	57	4,4
Aeuss. Nymphenburgerstrasse .	22,4	17,0	11,1	55	9,0	13,2	9,8	7,0	62	4,3	11,8	8,0	5,7	56	4,6
Frauenkirche . .	21,5	15,9	10,0	53	9,1	13,6	10,0	7,0	60	4,6	12,4	8,4	5,8	54	4,9

	Thermometer		Feuchtigkeit			Thermometer		Feuchtigkeit			Thermometer		Feuchtigkeit		
	trocken	feucht	absolut	relativ	Sättiggs.-deficit	trocken	feucht	absolut	relativ	Sättiggs.-deficit	trocken	feucht	absolut	relativ	Sättiggs.-deficit
	71.					72.					73.				
Tag und Stunden	23. Mai $^1/_26$—$^1/_28$ N.					24. Mai 2—4					25. Mai 7—9				
Windrchtg. u. Wetter	O_4 Schön					W Schön					W_2 Schön				
Sendlingerthorplatz	19,5	12,6	6,7	40	10,2	25,4	17,1	9,4	40	14,7	15,8	12,4	8,7	64	4,7
Isarthorplatz	19,9	12,3	6,1	35	11,2	25,4	17,0	9,3	39	14,8	18,0	13,3	8,5	56	6,9
Hofgarten	18,7	12,4	6,9	43	10,2	24,4	16,5	9,1	40	13,6	17,9	12,8	7,9	52	7,4
Königinstrasse	17,4	11,5	6,5	44	8,3	24,6	17,0	9,8	43	13,0	18,5	13,3	8,2	52	7,7
Nördl. Friedhof	18,2	11,6	6,2	40	9,4	26,5	17,5	9,4	37	14,3	19,4	13,6	8,1	49	8,7
Stiegelmayerplatz	18,2	11,6	6,2	40	9,4	25,7	17,4	9,7	40	15,3	19,5	13,4	7,8	46	5,2
Aeuss. Nymphenburgerstrasse	17,5	11,8	6,9	46	8,0	25,6	17,1	9,3	39	15,1	20,5	14,5	8,6	48	4,2
Frauenkirche	16,7	11,5	7,0	50	7,2	25,2	16,5	8,7	36	15,1	19,4	13,0	7,3	43	9,5
	74.					75. *)					76.				
Tag und Stunden	27. Mai $^1/_27$—$^1/_29$					27. Mai 6—8 N.					26. Mai $^1/_27$—$^1/_29$				
Windrchtg. u. Wetter	NO_1 Schön					NO Schön					NO_3 Schön				
Sendlingerthorplatz	8,0	4,8	4,5	57	3,5	12,1	6,9	4,3	41	6,2	11,8	8,6	6,4	63	3,9
Isarthorplatz	8,5	5,2	4,6	56	3,7	14,4	8,8	5,1	42	7,1	12,1	9,1	6,8	65	3,7
Hofgarten	8,8	5,5	4,8	56	3,7	12,9	8,1	5,2	47	6,9	12,1	9,1	6,8	65	3,7
Königinstrasse	9,4	5,9	4,8	55	4,0	12,4	8,8	6,3	59	4,4	12,0	9,5	7,4	71	3,1
Nördl. Friedhof	10,7	6,6	4,8	50	4,8	14,4	8,6	4,9	40	7,3	13,7	10,4	7,4	63	4,3
Stiegelmayerplatz	10,7	6,7	4,9	51	4,7	15,4	8,6	4,3	33	8,7	13,7	10,4	7,4	63	4,3
Aeuss. Nymphenburgerstrasse	13,3	7,3	4,0	35	9,4	15,4	8,5	4,1	32	8,9	14,1	10,5	7,3	61	4,7
Frauenkirche	11,8	6,8	4,3	42	6,0	15,8	9,0	4,5	33	8,9	13,9	9,8	6,6	56	5,9
	77.					78.					79.				
Tag und Stunden	28. Mai $^1/_22$—$^1/_24$					29. Mai 7—9					30. Mai 7—9				
Windrchtg. u. Wetter	W_1 Schön					NO_2 Schön					O Schön				
Sendlingerthorplatz	19,4	11,6	5,5	33	9,3	9,1	6,4	5,6	65	3,0	10,3	6,6	5,1	54	4,3
Isarthorplatz	18,3	10,4	4,6	30	11,1	9,0	6,4	5,6	66	3,0	11,6	7,5	5,3	52	4,9
Hofgarten	17,7	10,0	4,5	30	10,6	9,7	7,1	6,0	66	3,0	10,8	7,1	5,3	55	4,4
Königinstrasse	18,1	11,3	5,9	38	9,5	9,4	6,8	5,8	66	3,0	11,0	7,5	5,6	58	4,2
Nördl. Friedhof	19,6	11,6	5,3	31	11,7	11,4	7,8	5,7	57	4,4	11,8	7,7	5,4	52	4,9
Stiegelmayerplatz	18,5	11,3	5,6	35	10,3	11,6	8,5	6,4	63	3,7	12,6	8,3	5,6	51	5,3
Aeuss. Nymphenburgerstrasse	18,6	10,5	4,6	28	11,4	10,7	7,5	5,8	61	3,8	12,6	8,1	5,4	49	5,5
Frauenkirche	17,7	10,4	5,0	33	10,1	11,6	7,6	5,4	53	4,8	12,6	7,6	4,8	44	6,1
	80.					81.					82.				
Tag und Stunden	5. Juni $^1/_48$—$^1/_410$					6. Juni 7—9					7. Juni $^1/_22$—$^1/_24$				
Windrchtg. u. Wetter	W_4 Regen					W_3 bewölkt					W_2 bewölkt				
Sendlingerthorplatz	8,6	8,5	8,2	99	0,2	9,6	7,8	6,8	76	2,1	17,1	11,2	6,3	44	8,2
Isarthorplatz	8,7	7,8	8,4	100	0,0	11,3	8,6	6,7	67	3,3	18,1	11,7	6,4	41	9,1
Hofgarten	8,7	8,5	8,2	98	0,2	10,6	8,4	6,8	68	2,7	18,3	12,9	7,8	50	7,9
Königinstrasse	8,8	8,5	8,1	96	0,4	11,4	8,8	6,9	69	3,2	15,5	11,6	7,8	59	5,3
Nördl. Friedhof	8,6	8,4	8,1	98	0,3	11,5	8,6	6,6	65	3,5	17,5	12,1	7,2	49	7,7
Stiegelmayerplatz	9,4	8,7	8,0	91	0,8	11,5	8,4	6,4	63	3,7	18,4	12,4	7,1	45	8,7
Aeuss. Nymphenburgerstrasse	9,2	8,6	8,0	92	0,7	12,9	9,9	7,3	66	3,8	17,5	12,0	7,1	48	7,8
Frauenkirche	9,6	8,5	7,6	86	1,3	12,4	8,6	5,7	57	4,6	17,5	11,6	6,6	45	8,3

*) In folgender Reihenfolge beobachtet:

Frauenkirche, äussere Nymphenburgerstrasse, Stiegelmayerplatz, nördlicher Friedhof, Königinstrasse, Hofgarten, Isarthorplatz, Sendlingerthorplatz.

	Thermometer		Feuchtigkeit			Thermometer		Feuchtigkeit			Thermometer		Feuchtigkeit		
	trocken	feucht	absolut	relativ	Sättigs.-deficit	trocken	feucht	absolut	relativ	Sättigs.-deficit	trocken	feucht	absolut	relativ	Sättigs.-deficit
	83.					84.					85.				*
Tag und Stunden .	8. Juni 2—4					9. Juni 9—11					9. Juni 5—7 N.				
Windrchtg. u. Wetter	W_3 bewölkt					SW Regen					SW bewölkt				
Sendlingerthorplatz	10,5	8,6	7,2	75	2,3	7,6	7,4	7,6	98	0,2	10,5	8,8	7,4	79	2,1
Isarthorplatz . .	11,4	9,0	7,1	71	3,0	9,2	8,4	7,6	89	1,1	11,6	9,4	7,5	74	2,7
Hofgarten . . .	10,7	8,7	7,2	74	2,4	9,1	8,5	7,9	92	0,7	11,4	8,7	6,8	67	3,3
Königinstrasse . .	11,5	9,1	7,2	71	2,9	9,6	8,8	8,0	89	0,9	11,4	8,6	6,7	66	3,4
Nördl. Friedhof .	11,1	8,7	7,0	70	2,9	9,8	8,9	8,0	88	1,1	11,6	9,5	7,6	75	2,6
Stiegelmayerplatz .	12,4	10,0	7,7	72	3,0	11,6	9,6	7,7	76	2,5	11,7	9,6	7,7	75	2,6
Aeuss. Nymphenburgerstrasse .	11,7	9,7	7,8	76	2,5	10,6	9,5	8,2	87	1,3	11,1	9,2	7,5	76	2,4
Frauenkirche . .	11,5	9,0	7,1	70	3,0	10,5	8,9	7,6	80	1,9	11,9	9,4	7,3	71	3,1
	86.					87.					88.				
Tag und Stunden .	10. Juni 8—10					10. Juni 5—7					11. Juni 7—9				
Windrchtg. u. Wetter	W_1 bewölkt					bewölkt					Stille. Dunst				
Sendlingerthorplatz	10,5	9,4	7,6	75	2,5	13,5	9,6	6,6	57	4,9	9,4	8,6	7,9	89	0,9
Isarthorplatz . .	12,1	9,5	7,3	69	3,2	13,7	9,8	6,7	57	5,0	9,6	8,7	7,8	88	1,1
Hofgarten . . .	10,8	8,8	7,3	75	2,4	11,7	9,7	7,8	76	2,5	10,4	9,5	8,3	89	1,1
Königinstrasse . .	11,6	9,5	7,6	75	2,6	12,7	11,0	8,8	81	2,2	10,6	9,6	8,3	89	1,2
Nördl. Friedhof .	11,3	9,4	7,7	77	2,3	13,5	10,4	7,5	65	4,0	11,0	9,8	8,3	85	1,5
Stiegelmayerplatz .	11,4	9,5	7,7	77	2,4	13,0	10,5	8,0	72	3,2	11,3	10,0	8,4	84	1,6
Aeuss. Nymphenburgerstrasse .	11,6	9,6	7,7	76	2,5	11,6	10,5	8,8	87	1,4	11,7	10,5	8,7	86	1,6
Frauenkirche . .	10,1	8,5	7,3	79	1,9	13,8	10,6	7,6	65	4,2	11,4	9,6	7,8	78	2,3
	89.					90.					91.				
Tag und Stunden .	11. Juni 2—4					12. Juni 8—10					13. Juni 7—9				
Windrchtg. u. Wetter	N bewölkt					N Regen					O_4 bewölkt				
Sendlingerthorplatz	15,7	11,5	7,6	57	5,7	10,8	9,9	8,6	90	1,1	13,1	12,0	9,8	88	1,4
Isarthorplatz . .	16,5	12,5	8,4	60	5,4	11,4	10,4	8,8	88	1,1	13,3	12,4	10,2	90	1,2
Hofgarten . . .	14,8	10,8	7,2	58	5,3	11,5	10,5	8,9	88	1,2	13,4	12,6	10,4	91	1,1
Königinstrasse . .	14,8	11,3	7,9	63	4,6	11,4	10,6	9,1	91	1,0	13,4	12,7	10,5	93	1,0
Nördl. Friedhof .	14,8	11,7	8,4	67	4,1	11,5	10,7	9,1	91	1,0	14,0	13,0	10,6	90	1,3
Stiegelmayerplatz .	15,7	12,5	8,9	66	4,4	12,5	11,2	9,1	86	1,7	14,7	13,5	10,8	87	1,7
Aeuss. Nymphenburgerstrasse .	15,1	11,6	8,1	63	4,7	11,6	10,5	8,8	87	1,4	14,7	13,6	10,9	88	1,6
Frauenkirche . .	14,5	11,1	7,8	63	4,5	13,0	11,5	9,2	83	2,0	15,4	13,8	10,8	83	2,7
	92.					93.					94.				
Tag und Stunden .	13. Juni 5—7					14. Juni 7—9					14. Juni $^1/_2 2$—$^1/_2 4$				
Windrchtg. u. Wetter	NO bewölkt					NW_1 Schön					NW Schön				
Sendlingerthorplatz	20,5	15,5	10,1	55	7,8	12,6	11,6	9,6	89	1,3	24,0	17,1	10,3	47	11,9
Isarthorplatz . .	20,7	15,7	10,2	56	8,2	12,9	11,9	9,8	89	1,3	24,8	16,8	9,4	40	13,9
Hofgarten . . .	20,5	16,3	11,2	63	6,7	13,6	12,4	10,0	87	1,6	23,9	17,0	10,2	47	11,9
Königinstrasse . .	20,3	16,2	11,2	63	6,5	14,5	13,3	10,6	87	1,7	23,4	18,0	12,0	56	9,4
Nördl. Friedhof .	21,1	17,2	12,2	66	6,4	15,4	13,6	10,5	81	2,5	22,8	16,5	10,2	49	10,4
Stiegelmayerplatz .	21,5	17,2	12,0	63	7,1	14,6	13,1	10,3	84	2,1	24,7	17,7	10,8	47	12,3
Aeuss. Nymphenburgerstrasse .	22,0	16,7	10,9	56	8,8	15,8	14,3	11,2	84	2,4	24,0	16,7	9,7	44	13,2
Frauenkirche . .	22,0	16,5	10,5	54	9,2	16,4	14,4	10,0	79	3,9	24,0	15,4	7,8	34	15,1

*) In folgender Reihenfolge beobachtet:

Frauenkirche, äussere Nymphenburgerstrasse, Stiegelmayerplatz, nördlicher Friedhof, Königinstrasse, Hofgarten, Isarthorplatz, Sendlingerthorplatz.

	Thermometer		Feuchtigkeit			Thermometer		Feuchtigkeit			Thermometer		Feuchtigkeit		
	trocken	feucht	absolut	relativ	Sättiggs.-deficit	trocken	feucht	absolut	relativ	Sättiggs.-deficit	trocken	feucht	absolut	relativ	Sättiggs.-deficit
	95.					96.					97.				
Tag und Stunden.	15. Juni 9—11					26. Juni 7—9					27. Juni ½7—½9				
Windrchtg. u. Wetter	Stille. Regen					Stille. bewölkt					W Schön				
Sendlingerthorplatz	14,9	14,3	11,8	93	0,8	15,3	13,4	10,3	80	2,7	15,3	14,0	11,1	86	1,9
Isarthorplatz . .	16,3	15,5	12,6	92	1,2	16,3	13,7	10,1	73	3,7	16,9	14,5	10,8	76	3,5
Hofgarten . . .	15,4	14,9	12,3	94	0,7	15,8	13,4	10,0	75	3,4	16,8	14,5	10,9	76	3,3
Königinstrasse . .	16,6	15,9	13,0	93	1,1	16,6	14,1	10,5	74	3,6	17,8	14,9	10,8	71	4,4
Nördl. Friedhof .	16,4	15,5	12,6	91	1,3	16,8	14,0	10,2	72	4,0	18,2	15,2	11,0	71	4,6
Stiegelmayerplatz .	17,5	15,6	12,0	81	2,9	17,5	14,5	10,5	70	4,4	18,4	15,3	11,1	70	4,7
Aeuss. Nymphenburgerstrasse .	16,6	15,0	11,7	83	2,4	18,0	14,8	10,6	69	4,8	18,5	15,3	11,0	70	4,9
Frauenkirche . .	17,4	15,3	11,6	79	3,2	18,6	14,6	9,9	62	6,1	19,3	15,5	10,8	64	5,9
	98.					99.					100.				
Tag und Stunden.	27. Juni ½2—½4					28. Juni 2—4					29. Juni ½9—½11				
Windrchtg. u. Wetter	N Schön					NO_2 Schön					NO_2 Schön				
Sendlingerthorplatz	22,7	17,3	11,4	56	9,1	20,4	15,4	9,9	55	7,9	12,7	10,4	8,0	74	3,0
Isarthorplatz . .	24,9	17,9	11,0	47	12,4	22,2	15,6	9,2	47	10,7	12,5	9,5	7,0	65	3,8
Hofgarten . . .	22,5	16,6	10,4	52	9,9	20.3	14,5	8,8	50	8,9	13,1	10,2	7,5	67	3,7
Königinstrasse . .	24,3	18,7	12,6	56	10,0	20,4	14,7	9,0	51	8,8	13,0	9,7	7,0	63	4,2
Nördl. Friedhof .	24,6	18,6	12,3	53	10,7	20,7	15,1	9,4	51	8,8	13,5	9,9	6,9	60	4,6
Stiegelmayerplatz .	25,0	18,4	11,7	50	11,9	21,2	15,0	8,9	48	9,8	14,4	10,5	7,1	58	5,1
Aeuss. Nymphenburgerstrasse .	24,2	17,3	10,5	47	12,0	20,5	15,0	9,3	52	8,6	13,9	10,2	7,0	59	4,8
Frauenkirche . .	24,2	16,6	9,4	42	13,1	20,2	14,4	8,7	49	8,9	13,6	9,4	6,3	54	5,3
	101.					102.					103.				
Tag und Stunden.	30. Juni ½7—½9					30. Juni 2—4					1. Juli ½7—½9				
Windrchtg. u. Wetter	W_1 bewölkt					NO Schön					O Schön				
Sendlingerthorplatz	11,7	11,2	9,6	95	0,7	19,1	13,8	8,5	52	8,0	13,5	11,9	9,4	82	2,1
Isarthorplatz . .	12,5	10,9	8,1	71	2,7	20,4	14,6	8,9	50	8,9	14,7	12,5	9,5	76	3,0
Hofgarten . . .	12,8	11,2	8,9	82	2,1	18,4	13,5	8,5	54	7,3	15,7	13,7	10,5	79	2,8
Königinstrasse . .	13,5	11,6	9,0	79	2,5	18,5	13,4	8,4	53	7,5	15,9	13,4	9,9	74	3,6
Nördl. Friedhof .	13,5	11,6	9,0	79	2,5	21,5	14,5	8,0	42	11.1	16,3	13,6	10,0	72	3,8
Stiegelmayerplatz .	13,9	11,8	8,4	71	3,4	19,7	13,7	8,0	47	9,1	16,4	13,4	9,6	69	4,3
Aeuss. Nymphenburgerstrasse .	14,1	12,1	9,3	78	2,7	19,4	13,5	7,9	48	8,9	17,2	14,5	10,7	73	3,9
Frauenkirche . .	14,1	11,5	8,5	72	3,5	19,7	13,3	7,5	44	9,6	17,5	13.4	8,9	60	6,0
	104.					105.									
Tag und Stunden.	2. Juli ¾2—¾4					3. Juli 7—9									
Windrchtg. u. Wetter	NO_2 Schön					NO_2 Schön									
Sendlingerthorplatz	25,2	17,5	10,2	43	13,6	16,7	14,7	11,2	79	3,0					
Isarthorplatz . .	25,5	17,7	10,3	43	14,0	17,0	15,0	11,5	80	2,9					
Hofgarten . . .	24,5	17,5	10,6	47	12,3	17,3	15,8	11,7	80	3,0					
Königinstrasse . .	24,5	17,7	10,9	48	12,0	17,3	15,4	11,9	81	2,8					
Nördl. Friedhof .	25,1	18,4	11,6	50	12,1	18,5	16,0	12,0	76	3,9					
Stiegelmayerplatz .	26,0	18,5	11,3	45	13,7	19,0	16,4	12,3	75	4,1					
Aeuss. Nymphenburgerstrasse .	25,4	18,4	11,6	49	12,5	18,8	16,3	12,3	76	3,9					
Frauenkirche . .	25,3	18,0	10,9	46	13,1	19,2	16,3	12,0	73	4,4					

Betrachtet man nun das vorliegende Zahlenmaterial, so fällt zunächst auf, dass die der Reihenfolge der Beobachtungsorte nach geordneten Reihen durchaus nicht in der Weise fortschreiten, wie man erwarten müsste, wenn die Voraussetzung, dass die absolute und relative Feuchtigkeit, somit auch das Sättigungsdeficit zur gleichen Zeit an allen Beobachtungspunkten gleich gross sind, richtig wäre. Es müssten alsdann die einzelnen Reihen entsprechend der vorrückenden Zeit entweder eine gleichmässige Zunahme oder Abnahme — je nach der Tageszeit — zeigen und würde je die niederste Zahl am Anfangs- oder Endpunkte die höchste am entgegengesetzten Ende der Reihe zu stehen kommen. Zählt man jedoch zusammen, wie oft jede einzelne Station das Maximum oder Minimum der Reihe zeigte, so ergibt sich folgende Uebersicht: In 105 Reihen der absoluten Feuchtigkeit traf das Maximum resp. Minimum auf:

	Maximum	Minimum
1. Sendlingerthorplatz	16 mal	33 mal
2. Isarthorplatz	12 »	13 »
3. Hofgarten	6 »	18 »
4. Königinstrasse	20 »	10 »
5. nördlicher Friedhof	16 »	11 »
6. Stiegelmayerplatz	20 »	6 »
7. äussere Nymphenburgerstrasse .	34 »	8 »
8. Frauenkirche	12 »	40 »

Es fällt somit allerdings das Minimum am häufigsten auf den ersten und letzten der Beobachtungspunkte, nicht aber auch das Maximum, und ist daher anzunehmen, dass jene beiden Punkte, da sie am häufigsten das Minimum der Reihe zeigen (in mehr als 50% aller Fälle), verhältnissmässig die trockensten sein müssen, zumal auch die Anzahl der Fälle, in welcher sie die höchste absolute Feuchtigkeit aufweisen, relativ gering erscheint (beim ersten Beobachtungspunkte 16 gegen 33, beim achten 12 gegen 40 zusammen für beide Punkte 28 gegen 73). Andererseits erscheint Punkt 7 am häufigsten (34 mal) als Punkt höchster absoluter Feuchtigkeit und nur achtmal als geringster, und dürfte daraus

zu schliessen sein, dass dieser Punkt im Vergleiche mit den anderen jedenfalls der feuchteste ist.

Ich halte es daher für angezeigt, zunächst zwei der extremsten Punkte mit einander in Vergleich zu ziehen, und zu untersuchen, wie häufig und wie gross die Differenz zwischen beiden ist.

Ich wähle hierzu Punkt 7 (äussere Nymphenburgerstrasse), und Punkt 8 (Frauenkirche), ersteren als feuchtesten, letzteren als den trockensten der ganzen Reihe, und werde sofort auch den Einfluss der Jahreszeit zu untersuchen bestrebt sein, indem ich die ganze Reihe der 105 Beobachtungen in eine Reihe von Winterbeobachtungen (No. 1—46 vom 27. Januar bis 26. März) und eine Reihe Sommerbeobachtungen (No. 47—105 vom 5. Mai bis 3. Juli) entsprechend der grösseren durch äussere Verhältnisse bedingten Pause vom 26. März bis 5. Mai theile.

Vor allem erscheint es nothwendig zu konstatiren, wie häufig die in der äusseren Nymphenburgerstrasse beobachtete absolute Feuchtigkeit die bei der Frauenkirche beobachtete übertraf oder gegen sie zurückblieb, oder Gleichheit gefunden wurde. Die Antwort gibt folgende Tabelle.

Die absolute Feuchtigkeit an der Frauenkirche (Centrum der Stadt) war im Vergleiche mit der in der äusseren Nymphenburgerstrasse gefundenen

	geringer	gleich	grösser
im Winter	28 mal	6 mal	12 mal
im Sommer	51 »	2 »	6 »
im ganzen	79 mal	8 mal	18 mal

Ganz ähnliche Verhältnisse erhält man, wenn man die relative Feuchtigkeit in Betracht zieht; diese war an der Frauenkirche

	geringer	gleich	grösser
im Winter	37 mal	2 mal	7 mal
im Sommer	49 »	1 »	9 »
im ganzen	86 mal	3 mal	16 mal

Umgekehrt muss sich das Sättigungsdeficit verhalten, da dieses um so grösser ist, je geringer die relative Feuchtigkeit und umgekehrt. In der That fand ich dasselbe an der Frauenkirche

	geringer	gleich	grösser
im Winter	7 mal	2 mal	37 mal
im Sommer	13 »	4 »	42 »
im ganzen	20 mal	6 mal	79 mal.

Um diese Resultate noch übersichtlicher zu machen, habe ich dieselben in Procenten sowohl für den Winter, als auch den Sommer und endlich im Ganzen berechnet, welche Zahlen in nachfolgender Tabelle enthalten sind.

Häufigkeit der geringeren, gleichen oder grösseren Feuchtigkeit an der Frauenkirche gegenüber der äusseren Nymphenburgerstrasse.

	Geringer	Gleich	Grösser
a) absolute Feuchtigkeit			
Winter	60,9	13,0	26,1
Sommer	86,5	3,4	10,2
Im ganzen	75,2	7,6	17,2
b) relative Feuchtigkeit			
Winter	80,6	4,4	15,2
Sommer	83,2	1,7	15,3
Im ganzen	81,9	2,9	15,2
c) Sättigungsdeficit			
Winter	15,2	4,4	80,6
Sommer	22,0	6,8	71,3
Im ganzen	19,0	5,7	75,2

Es ist damit erwiesen, dass die Luft im Innern der Stadt und zwar bei der Frauenkirche, in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle geringere, absolute und relative Feuchtigkeit, und andererseits ein grösseres Sättigungsdeficit besitzt, als die Luft im Freien im Nordwesten der Stadt, und handelt es sich nunmehr darum zu untersuchen, wie gross die beobachteten Differenzen im Durchschnitte waren.

Darüber gibt nachfolgende Zusammenstellung Aufschluss, welche sowohl für die Fälle mit grösserer als auch mit geringerer

Feuchtigkeit die mittlere Differenz ergibt und zwar im ganzen und ausgeschieden nach Winter und Sommer; auch ist der Tabelle eine Rubrik beigefügt, welche die grösste Differenz jeder einzelnen Reihe aufweist.

Absolute Feuchtigkeit.

				Mittl. Differenz	Grösste Differenz
a) geringere	28	Fälle	Winter	0,49	1,5
	51	»	Sommer	0,71	2,8
	79	»	Summa	0,64	2,8
b) grössere	12	»	Winter	0,41	1,6
	6	»	Sommer	0,28	0,4
	18	»	Summa	0,36	1,6

Relative Feuchtigkeit.

				Mittl. Differenz	Grösste Differenz
a) geringere	37	Fälle	Winter	8,3	23
	49	»	Sommer	5,5	22
	86	»	Summa	6,8	23
b) grössere	7	»	Winter	6,4	13
	9	»	Sommer	2,4	7
	16	»	Summa	4,2	13

Sättigungsdeficit.

a) geringeres	7	Fälle	Winter	0,50	1,8
	13	»	Sommer	0,43	3,4
	20	»	Summa	0,46	3,4
b) grösseres	37	»	Winter	0,63	2,1
	42	»	Sommer	1,03	5,3
	79	»	Summa	0,84	5,3

Betrachten wir zunächst die Rubrik der mittleren Differenzen, so erscheinen dieselben als sehr unbedeutend, wenigstens vom Standpunkte des Hygienikers aus gesehen — der Meteorologe wird dieselben voraussichtlich anders beurtheilen. —

Für den menschlichen Körper ist es ziemlich gleichgültig unter gewöhnlichen Umständen, wenn er aus Luft von einer ab-

soluten Feuchtigkeit von n Gramm in solche von $n - 0{,}64$ oder von $n + 0{,}36$ gr übergeht, auch werden zwei sonst gleiche Menschen, sofern solche denkbar sind — sich voraussichtlich ganz gleich verhalten, wenn beispielsweise der eine in einer Luft lebt, welche 60 % relative Feuchtigkeit aufweist, während die den anderen umgebende Luft nur zu 53,2 % (60—6,8) mit Wasserdampf gesättiget ist. Solche Differenzen können höchstens, wenn sie in der Nähe des Sättigungszustandes der Luft liegen und es sich um die Ertragung extrem hoher Temperaturen handelt, eine Bedeutung erlangen, denn bekanntlich vermag der Mensch um so höhere Temperaturen auszuhalten, je weniger die Luft mit Wasserdampf gesättigt ist. Unter gewöhnlichen Verhältnissen aber, wie im vorliegenden Falle, erscheinen derartige Grössen nahezu bedeutungslos.

Es soll damit allerdings nicht geläugnet werden, dass der physiologische Zustand des Organismus, seine Wasser- und Wärmeabgabe beim Uebergange von einer Luft, welche nur um das Minimum der obigen Zahlen feuchter oder trockner ist, in die andere eine Aenderung erfahre; aber es dürfte wohl unbestritten bleiben, dass derartige Aenderungen unmöglich einen schädigenden Einfluss besitzen können. Setzt sich doch der Mensch, welcher an Ort und Stelle verbleibt, im Laufe weniger Stunden viel bedeutenderen Aenderungen der Feuchtigkeitsverhältnisse der Luft aus, als derjenige, welcher sich von der Frauenkirche nach der äusseren Nymphenburgerstrasse begibt, und wie grosse und plötzliche Unterschiede in der Luftfeuchtigkeit wirken auf uns ein, ohne uns zu schaden, wenn wir z. B. im Winter von der Strasse, wo vielleicht eine relative Feuchtigkeit von 100 % herrscht, in ein Wohnhaus treten, woselbst das Hygrometer nur 40 oder weniger Procente zeigt, und noch dazu eine vielleicht um 20 Grade höhere Temperatur uns umfängt!

Angesichts solcher Beispiele erscheinen die beobachteten mittleren Unterschiede indifferent und selbst die in der zweiten Rubrik der vorangehenden Tabelle verzeichneten grössten Differenzen vermögen nur rein theoretisches Interesse zu beanspruchen, da dieselben in Folge ihrer Seltenheit (sie wurden je nur ein

einziges Mal beobachtet) unmöglich zu einer Charakteristik des Unterschiedes in der Luftfeuchtigkeit verschiedener Plätze einer Stadt herangezogen werden können.

Ich glaubte daher auf eine erschöpfende Verarbeitung des Materiales an dieser Stelle verzichten zu können, schon aus dem Grunde, um nicht der Arbeit einen Umfang zu verleihen, welcher in keinem Verhältnisse zu den gewonnenen Resultaten stehen dürfte — immer die rein hygienische Fragestellung der Arbeit im Auge behaltend. — Nur folgende Angaben möchte ich zur Vollendung der Vergleichung der beiden Beobachtungspunkte Frauenkirche—äussere Nymphenburgerstrasse noch anführen. Da in der überaus grossen Anzahl der Fälle der Beobachtungsposten an der Frauenkirche geringere, absolute und relative Feuchtigkeit zeigte, als der damit verglichene Punkt, so muss sich dieses Manco auch ausdrücken lassen durch je eine Zahl, welche angibt, um wie viel im Durchschnitte aus allen Beobachtungen und auch aus den Beobachtungen der einzelnen Reihen (Sommer und Winter) die Luft an der Frauenkirche ärmer an Wasser war, als die in der Nymphenburgerstrasse, und wie viel ihr Sättigungsdeficit das des anderen Punktes übertraf.

Ich addirte zu diesem Zwecke alle Differenzen aus den Fällen mit geringerer, absoluter, resp. relativer Feuchtigkeit, resp. Sättigungsdeficit und subtrahirte davon die Summe der Differenzen aller Fälle mit umgekehrten Feuchtigkeitsverhältnissen, den Rest dividirte ich mit der Zahl aller Einzelbeobachtungen 46 resp. 59, resp. 105. Das Resultat war folgendes:

Die absolute Feuchtigkeit an der Frauenkirche war durchschnittlich kleiner:

im Winter um 0,19 g
» Sommer » 0,58 g
» ganzen » 0,41 g

die relative Feuchtigkeit war kleiner:

im Winter um 5,9 %
» Sommer » 4,2 %
» ganzen » 4,9 %

das Sättigungsdeficit war grösser:

im Winter um 0,43 g
» Sommer » 0,64 g
» ganzen » 0,55 g

Diese Zahlen bedürfen keiner weiteren Erläuterung.

Schliesslich möchte ich nochmals auf meine ursprünglich gestellte Aufgabe zurückkommen und an der Hand der bisher gewonnenen Resultate versuchen über die Unterschiede zwischen den einzelnen Beobachtungspunkten zu einer Orientirung zu gelangen. Zu diesem Zwecke gruppire ich die einzelnen Stationen nach Maassgabe der Tabelle (S. 19) und zwar einmal nach der Häufigkeit der Maxima und dann nach der Seltenheit der Minima, welche auf jede einzelne Station treffen; es ergeben sich dabei folgende zwei Reihen. Es rangiren die Beobachtungsstationen nach Maassgabe der

Maxima:		Minima:	
Hofgarten	6	Frauenkirche	40
Frauenkirche	12	Sendlingerthor	33
Isarthorplatz	12	Hofgarten	18
Sendlingerthor	16	Isarthorplatz	13
Nördlicher Friedhof	16	Nördlicher Friedhof	11
Königinstrasse	20	Königinstrasse	10
Stiegelmayerplatz	20	Nymphenburgerstrasse	8
Nymphenburgerstrasse	34	Stiegelmayerplatz	6

Die Uebereinstimmung zwischen beiden Reihen ist eine sehr gute, während nördlicher Friedhof und Königinstrasse in beiden die gleiche Stelle einnehmen, befindet sich die Station Frauenkirche in der einen Reihe an zweiter, in der anderen an erster Stelle, und auch die letzten beiden Stationen, Stiegelmayerplatz und Nymphenburgerstrasse stehen je in umgekehrter Reihenfolge: Die vier ersten Stationen der Reihe der Maxima sind auch wieder die vier ersten Stationen der Reihe der Minima und ebenso sind die zweiten Hälften der beiden Reihen nahezu identisch. Es lässt sich daher wohl behaupten, dass die acht Beobachtungsstationen sich entsprechend ihrer absoluten Feuchtigkeit in eine

Reihe bringen lassen, welche nach zunehmender Feuchtigkeit ungefähr so geordnet sein dürfte:

Frauenkirche,
Hofgarten,
Sendlingerthor,
Isarthor,
Nördlicher Friedhof,
Königinstrasse,
Stiegelmayerplatz,
Nymphenburgerstrasse.

Ganz ähnliche Reihen lassen sich auch aus den Zahlen für die relative Feuchtigkeit berechnen, es reihen sich alsdann nach Häufigkeit der Maxima und Seltenheit der Minima die Stationen in folgender Ordnung an einander. Nach den

Maxima:		Minima:	
Stiegelmayerplatz	6	Frauenkirche	56
Frauenkirche	8	Isarthorplatz	17
Isarthorplatz	8	Nördlicher Friedhof	14
Hofgarten	10	Sendlingerthor	12
Nördlicher Friedhof	11	Hofgarten	9
Aeuss. Nymphenburgerstrasse	15	Nymphenburgerstrasse	7
Königinstrasse	36	Königinstrasse	5
Sendlingerthor	39	Stiegelmayerplatz	5

Die Reihenfolge in diesen beiden Reihen zeigt nicht so auffallende Uebereinstimmung als zwischen den beiden Reihen aus der absoluten Feuchtigkeit; immerhin aber erscheint auch hier wieder Frauenkirche am einen Ende beider Reihen, am entgegengesetzten Ende finden sich wieder Stiegelmayerplatz, Königinstrasse und äussere Nymphenburgerstrasse. Will man nun auch unter Berücksichtigung der relativen Feuchtigkeit eine Reihenfolge der einzelnen Stationen construiren, welche alsdann die natürliche Abstufung der Beobachtungsstationen nach ihren Feuchtigkeitsverhältnissen darstellen würde, so erübrigt nichts anderes, als die Platznummern der einzelnen Stationen in obigen vier Reihen zu addiren und darnach die neue endgültige Reihen-

folge zu bestimmen. Z. B. die Station Hofgarten nimmt in der Reihe der Maxima der absoluten Feuchtigkeit den 1. Platz
» Minima » » » » 3. »
» Maxima » relativen » » 4. »
» Minima » » » » 5. » ein.

Die Stellung in der neuen Reihe würde alsdann der Zahl 13 entsprechen.

Nach solchem Principe geordnet entsteht folgende Reihe:

1. Frauenkirche 6
2. Isarthor 12
3. Hofgarten 13
4. Sendlingerthor 18
5. Nördlicher Friedhof 18
6. Stiegelmayerplatz 24
7. Königinstrasse 26
8. Aeussere Nymphenburgerstrasse . . 27.

Die Reihenfolge ist wiederum ganz ähnlich der aus der absoluten Feuchtigkeit berechneten; die Endglieder sind die gleichen, die ersten Hälften beider Reihen enthalten die gleichen Stationen, die zweiten Hälften ebenso (nördlicher Friedhof, Stiegelmayerplatz, Königinstrasse, äussere Nymphenburgerstrasse), so dass wohl beide Reihen ab gleichwerthig angesehen werden können. Die eine bildet die Probe für die andere.

Ein Blick auf das Kärtchen (S. 5) ergibt nun die Thatsache, dass die eine Hälfte der Stationen, welche nach vorstehender Gruppirung als die feuchteren anzusehen sind, nördlich von einer horizontalen Linie liegt, welche von Ost nach West verlaufend, die Stadt in zwei ziemlich gleiche Hälften theilt; die südlich davon gelegenen Punkte haben sich als die trockeneren erwiesen. Eine Ursache hierfür vermag ich jedoch nicht aufzufinden, da weder die Nähe von Wasser (Isar beim Isarthorplatz, Fontaine am Sendlingerthorplatz) noch auch die Vegetation (Park am Sendlingerthorplatz) sich als Ursachen höherer Feuchtigkeit erwiesen. Auch die Scheidung des Terrains der Stadt in drei Terrassen ergibt keinen Erklärungsgrund für die gefundene Gruppirung ab, denn

einerseits liegt von den beiden feuchtesten Stationen die eine (Nymphenburgerstrasse) auf der höchsten, die andere (Königinstrasse) auf der niedersten Terrasse und andererseits fanden sich auf dieser tiefsten Terrasse eine Station höchster (Königinstrasse) und eine niederster Feuchtigkeit (Isarthor), so dass also auch von einer Vertheilung nach diesem Gesichtspunkte keine Rede sein kann, und damit auch in epidemiologischer Beziehung kein neuer Gesichtspunkt gewonnen wurde. Auch lässt sich kein Anhaltspunkt finden, welcher einen Einfluss der Windrichtung auf die in Rede stehenden Verhältnisse beweisen würde. Südwest, West und Ost sind die in München vorherrschenden Windrichtungen; auch in den Beobachtungen ist von 105 Tagen 26 mal West, 15 mal Südwest, 17 mal Nordost, 11 mal reiner Ost verzeichnet, während die übrigen Windrichtungen dagegen fast verschwinden und gerade letztere könnten allein maassgebend sein für die von mir gefundene Vertheilung der trockenen und feuchten Stationen auf eine nördliche und südliche Stadthälfte.

Trotzdem glaube ich mit den bisher erörterten Resultaten eine Orientirung über die eingangs aufgestellten Fragen erreicht zu haben und muss es weiteren Untersuchungen überlassen, das gesammelte Material, welches in rein meteorologischer Beziehung noch manchen interessanten Aufschluss geben dürfte, weiter zu sichten. Ich bin mir wohl bewusst, dass meine Untersuchungen, welche ja nur orientirende sein sollten, nicht allen Anforderungen entsprechen, welche man im Interesse einer vollständigen Lösung der Frage hätte stellen müssen; aber das glaube ich dennoch dargethan zu haben, dass die bestehenden Unterschiede so gering sind, dass der Arzt keine Veranlassung hat, mit ihnen zu rechnen.

Es erübrigt mir alsdann nur noch, Herrn Privatdocent Dr. Renk, dem I. Assistenten des hygienischen Institutes, für die gegebene Anregung zu vorliegender Arbeit und freundliche Unterstützung bei Ausführung derselben, meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Der **siebente Congress für innere Medicin** findet vom 9. bis 12. April 1888 zu **Wiesbaden** statt. Das Präsidium desselben übernimmt Herr Leube (Würzburg). Folgende Themata sollen zur Verhandlung kommen: Montag den 9. April: Die chronischen Herzmuskelerkrankungen und ihre Behandlung. Referenten: Herr Oertel (München) und Herr Lichtheim (Bern). — Dienstag den 10. April: Der Weingeist als Heilmittel. Referenten: Herr Binz (Bonn) und Herr von Jaksch (Graz). — Mittwoch den 11. April: Die Verhütung und Behandlung der asiatischen Cholera. Referenten: Herr Cantani (Neapel) und Herr August Pfeiffer (Wiesbaden). — Folgende Vorträge sind bereits angemeldet: Herr Rumpf (Bonn): Ueber das Wanderherz. — Herr Unverricht (Jena): Experimentelle Untersuchungen über den Mechanismus der Athembewegungen. — Herr Liebreich (Berlin): Thema vorbehalten. — Herr Adamkiewicz (Krakau): Ueber combinirte Degeneration des Rückenmarkes. — Herr Jaworski (Krakau): Experimentelle Beiträge zur Diätetik der Verdauungsstörungen. — Derselbe: Thema vorbehalten. — Herr Stieler (Budapest): Zur Therapie des Morbus Basedowii. — Derselbe: Zur Diagnostik der Nierentumoren. — Herr Emil Pfeiffer (Wiesbaden): Harnsäureausscheidung und Harnsäurelösung. — Herr Binswanger (Jena): Zur Pathogenese des epileptischen Anfalls. — Herr Jürgensen (Tübingen): Ueber kryptogenetische Septiko-Pyämie.

Untersuchungen über den Durchtritt von Infectionserregern durch die intacte Lungenoberfläche.

(Aus der hygienischen Station am Operationscursus für Militärärzte in München.)

(Mit Taf. I.)

I. Historisches und Kritisches.

Von

Dr. Hans Buchner,
Stabsarzt und Privatdocent für Hygiene.

Gewisse epidemiologische Erfahrungen haben längst die Frage nahe gelegt, ob nicht die Luft, welche wir athmen, unserem Organismus unter Umständen Infectionserreger zuführen könne, deren Entwickelung im Innern des Körpers von krankmachenden Wirkungen gefolgt sei. Dahingehende Vermuthungen schienen insbesondere berechtigt in jenen Fällen, wo der blosse, kurzdauernde Aufenthalt in der Nähe eines Kranken oder das Verweilen an einer Oertlichkeit (Malaria) zur erfolgreichen Infection genügt. Ueberall da schien der Modus der letzteren zunächst kaum anders erklärlich, als durch Vermittlung desjenigen Mediums, mit dem unser Organismus immer und überall, wo wir uns aufhalten, in die innigste Berührung tritt, nämlich der Athemluft.

Angesichts der Wichtigkeit dieser Frage muss es befremdlich erscheinen, die wissenschaftliche Erforschung derselben so wenig gefördert und die Ansichten so wenig geklärt zu sehen, dass auf der einen Seite der Einathmung von Krankheitserregern ein weiter Spielraum und eine grosse praktische ätiologische Bedeutung zuerkannt wird, während Andere in entgegengesetzter Richtung so weit gehen, diesen Infectionsmodus überhaupt zu leugnen und die Aufnahme von Krankheitserregern durch die intacte Oberfläche des Respirationsorganes als ausgeschlossen zu erklären.

Um so nothwendiger wird es sein, diese Widersprüche einer experimentellen Lösung zuzuführen. Die nachfolgenden Untersuchungen werden den Beweis liefern, dass es möglich ist, über das Principielle der Frage, über die Passirbarkeit der intacten Lungenoberfläche bei Thieren zu einer sicheren Entscheidung zu gelangen. Ob und wie weit es zulässig sein wird, hieraus weitere Folgerungen ätiologischer und epidemiologischer Natur zu ziehen, diese Frage wird selbstverständlich einer weiteren gesonderten Beantwortung bedürfen.

Um die Aufgabe vollkommen scharf zu präcisiren, sei besonders darauf aufmerksam gemacht, dass es sich bei den nachfolgenden Untersuchungen keineswegs um die Infectionsmöglichkeit auf dem Athemwege überhaupt handelt. Diese Möglichkeit ist für gewisse Infectionserreger (Tuberculose) längst bewiesen und durch zahlreiche Untersuchungen (Lippl, Tappeiner und Schweninger, Wargunin, Veraguth, Weichselbaum, Kuessner, Koch u. A.) über allen Zweifel sicher gestellt. Wenn wir uns nur an die Versuche von Koch halten, die mit reinem Material, mit Reinculturen von Tuberkelbacillen angestellt wurden, so gestatten dieselben keinen anderen Schluss, als dass ein Eindringen der inhalirten Tuberkelbacillen auf dem Athemwege und zwar bis in die Alveolen stattgefunden habe [1]). Sämmtliche Kaninchen und Meerschweinchen, die bei diesen Versuchen der Einathmung zerstäubter Tuberkelbacillen ausgesetzt waren, zeigten nach Verlauf einiger Wochen in den Lungen zahlreiche Tuberkel, an denen bei einer gewissen Entwickelung schon makroskopisch die alveoläre Ausbreitung deutlich erkennbar war. Bei den später gestorbenen resp. getödteten Thieren fanden sich nun aber auch Tuberkel in Leber und Milz. Der Gesammtorganismus war sohin zweifellos durch Vermittelung der Athemwege inficirt worden. Die secundären Localisationen, die tuberculösen Metastasen in weiteren Organen, Milz, Leber u. s. w. konnten nur durch Verschleppung der Tuberkelbacillen auf dem Blutwege entstanden sein. Trotzdem haben wir es bei diesen Versuchen mit wesentlich

1) R. Koch, Aetiologie der Tuberculose. Mittheilungen aus dem kais. Gesundheitsamte Bd. 2 S. 74.

anderen Verhältnissen zu thun, als diejenigen sind, welchen die gegenwärtige Untersuchung gewidmet ist. Da die Tuberkelbacillen in der Alveolarwand selbst eine geeignete Vermehrungsstätte vorfinden, und da stets primäre Entwickelung von Lungentuberkeln bei den Versuchsthieren eintritt, so handelt es sich bei dem später erfolgenden Durchtritt der Tuberkelbacillen und Uebergang in's Blut möglicherweise um ganz specielle Verhältnisse, welche eine Verallgemeinerung und einen etwaigen Schluss auf das Verhalten anderer Bacterien gegenüber der Lungenoberfläche gar nicht gestatten würden. Die Ausbildung derjenigen Veränderung, welche wir mit dem Begriff des Tuberkels bezeichnen, kann möglicherweise consecutive Veränderungen im Gefolge haben, wodurch abnormale Communicationen eröffnet und ein Uebertritt von Tuberkelbacillen, entweder frei oder an Zellen gebunden, in's Blut ermöglicht wird, ohne dass hieraus ein Schluss auf normale Verhältnisse gezogen werden dürfte.

Indem wir daher von derartigen speciellen Fällen (und von anderen analogen z. B. Rotz) absehen, ergibt sich folgende genauere Definition der aufgestellten Frage:

Existirt die Möglichkeit des Durchtritts durch die intacte Lungenoberfläche und des Eintritts in die Blutbahn auch für solche Infectionserreger, die nicht befähigt sind, in der Alveolarwand, überhaupt im Lungengewebe, primäre Ansiedlungen zu bewirken?

Die so definirte Frage vermag einer experimentellen Lösung offenbar nur dann zugeführt zu werden, wenn es gelingt, die Versuche mit solchen Cautelen zu umgeben, dass andere Deutungsmöglichkeiten für die erlangten Resultate mit Sicherheit ausgeschlossen sind. Dass dies möglich ist, wird die Mittheilung der Versuche lehren, deren erster Theil, der sich mit Inhalation trockenen Bacterienstaubes beschäftigt, gemeinschaftlich mit Herrn Dr. F. Merkel, deren zweiter, die Inhalation zerstäubter, in Flüssigkeit suspendirter Reinculturen betreffend, gemeinschaftlich mit Herrn Dr. E. Enderlen ausgeführt wurde. Bevor zur Darstellung dieser experimentellen Arbeiten übergegangen wird,

scheint es indes unumgänglich nothwendig, den bisherigen wissenschaftlichen Stand dieser Fragen zu charakterisiren. Namentlich wird es erforderlich sein, die Vorarbeiten anzuführen, die auf dem Gebiete der Inhalation schwebender, fester Theilchen bereits vorliegen, deren reiche Zahl und vielfach hervorragende Tüchtigkeit es gebieterisch erfordern, in einer so wichtigen Frage die gebührende Aufmerksamkeit denselben nicht vorzuenthalten. Die Ausserachtlassung dieser, zumeist auf pathologischem Gebiete liegenden Forschungen, die ungenügende Kenntnis und Würdigung ihrer Ergebnisse hat es zweifellos mitverursacht, dass in der hier vorliegenden Frage auf hygienischer Seite noch eine so weitgehende Verschiedenheit und Unklarheit der Anschauungen existiren kann.

Man scheint es sich nicht genügend deutlich gemacht zu haben, dass das rein Mechanische des Vorganges bei der Inhalation schwebender, sehr kleiner Partikelchen genau das nämliche sein muss, gleichviel, ob diese Theilchen aus Kohlensplittern oder Gesteinsfragmenten, aus Metallstäubchen oder Tabakspartikelchen, aus zermahlenem Ultramarin oder endlich aus bacterienhaltigen Stäubchen oder geradezu aus trockenen Bacteriensporen bestehen. Sonst hätte man nothwendigerweise zu dem Schlusse gelangen müssen, dass die nämlichen Triebkräfte, welche die leblosen Stäubchen bewegen, auch die belebten Bacterienstäubchen weiter schaffen können, und dass die nämlichen Wege, welche den leblosen Stäubchen offen stehen, auch den belebten Stäubchen nicht verschlossen sein können. Allein so wenig ist man zum Theil auf hygienischer Seite zu einer derartigen Folgerungsweise geneigt, dass beispielsweise Flügge in seinem Buche »die Mikroorganismen« sich bei Behandlung dieser Frage sogar auf die ausgezeichneten Forschungen Arnold's über Staubinhalation berufen konnte, um darzuthun, dass eine Passirbarkeit der intacten Lungenoberfläche für Bacterien nicht existire[1]). Mit welchem Unrecht diese Berufung erfolgt ist, das soll im Nachfolgenden ausführlich gezeigt werden.

---

1) Flügge, »Mikroorganismen« 2. Aufl. Leipzig 1886 S. 607, 608.

a) Bisherige Forschungsergebnisse über Staubinhalation und deren Beziehungen zur Inhalation von Bacterien.

Den ersten Anstoss zu Forschungen in dieser Richtung gab das Vorkommen reichlichen schwarzen Pigments in menschlichen Lungen, von dessen Herkunft man allerdings zunächst nicht im Stande war, sich eine zutreffende Vorstellung zu bilden. Pearson war es, der zuerst die Uebereinstimmung dieses Pigmentes der Lungen und Bronchialdrüsen mit wahrer Kohle zu erweisen trachtete, während Laennec als der erste die Möglichkeit aussprach, dass wir in dem Lungenpigment nichts anderes vor uns haben als den eingeathmeten, von Beleuchtung und Beheizung herstammenden Russ. Indess, die nächste Zeit brachte wenig Fortschritt Erst Traube verhalf 1860 der richtigen Erkenntnis zum Siege durch Mittheilung eines Falles, bei dem die sonst normale Lunge eines Holzkohlenarbeiters angefüllt war mit wohlcharakterisirten Holzkohlensplittern, die übrigens auch im Leben in den Sputis nachgewiesen worden waren. Damit war die Möglichkeit des Eindringens staubförmiger Körperchen in die Alveolen der Lunge erwiesen, die Annahme, dass die natürliche Schutzeinrichtung der mit Wimpern begabten Cylinderepithelien des Respirationstractus eine für alle Fälle genügende sei, widerlegt.

Allein auch Traube sprach zunächst nur von einer Ablagerung des eingeathmeten Staubes in den Alveolen; das Eindringen desselben in das Gewebe der Lunge blieb damals noch unerörtert und unbewiesen. Mit dieser Frage beschäftigten sich aber in der Folge die Arbeiten von Lewin und Rosenthal, von Knauff und Slavjanski, und namentlich die gründlichen und ausgedehnten Untersuchungen von Zenker und von G. Merkel. Auf Grund dieser, in ihrer Beweiskraft unanfechtbaren, theils klinischen, theils experimentellen Forschungen musste das Eindringen der Staubtheilchen, und zwar nicht bloss von Kohlepartikeln, sondern von irgendwelchen Staubsorten, wie sie eben zur Inhalation gelangen, in das Parenchym der Lunge als erwiesen betrachtet werden.

Es fragte sich jetzt bloss um die näheren Details dieses Vorganges und um die Wege, auf denen dieses Eindringen zu

Stande kommt. Allein auch hierüber sind seitdem ebenso gründliche als reichhaltige Untersuchungen ausgeführt worden, von denen insbesondere diejenigen von Arnold ein besonderes Gewicht beanspruchen[1]). Es möge gestattet sein, im folgenden wesentlich der Darstellung dieses Forschers zu folgen.

Die Verhältnisse bei der Staubinhalation sind nach Arnold folgende. In der Trachea, in den Bronchien und in den Alveolen findet man den Staub sowohl frei in Form einzelner in Schleim eingebetteter Körner und Körnerhaufen, als auch an Zellen, sog. »Staubzellen« gebunden, die ihrem anatomischen Charakter nach lymphoide und epithelioide Zellen sein können. Diese Staubzellen zeigen nicht nur eine verschiedengradige Füllung, sondern auch Differenzen bezüglich ihrer Gestalt, Structur und gegenseitigen Anordnung. Im wesentlichen sind zwei Formen zu unterscheiden: kugelige und platte Zellen. Die ersteren besitzen ein körniges Protoplasma und einen dunklen, zuweilen gelappten oder im Zustand der Fragmentirung befindlichen Kern (entsprechend den »Mikrophagen« Metschnikoff's!); die platten Zellen dagegen sind immer beträchtlich grösser und enthalten einen hellen, bläschenförmigen Kern und ein feinkörniges Protoplasma (entsprechend den »Makrophagen« von M.!); nicht selten hängen mehrere der platten Zellen membranartig zusammen.

Diese Staubzellen wurden nun theils wandständig, theils frei in den Alveolen angetroffen. Früher hielt man dieselben nur für losgelöste Alveolarepithelien. Es lässt sich jedoch darthun, dass mindestens ein Theil derselben als wandständig zu betrachten ist. Behandelt man Staublungen (von Thieren, die künstlicher Inhalation von Kohlenruss, Ultramarinpulver, Smirgel etc. ausgesetzt waren), durch Ausgiessen mit Alkohol und Durchtränkung mit Celloïdin, so findet man zahlreiche, wandständige Alveolarepithelien, welche mehr oder weniger Staub enthalten. Erst nachher kommt die Desquamation zu Stande, und in der That findet man sehr häufig innerhalb der Lungenalveolen nicht nur einzelne Zellen, welche ihrer Grösse und platten Form nach mit den Alveolar-

1) J. Arnold, Untersuchungen über Staubinhalation und Staubmetastase. Leipzig 1885.

epithelien übereinstimmen, sondern auch aus solchen Zellen zusammengesetzte Membranen, deren Ursprung nur in diesem Sinne gedeutet werden kann.

Auf der andern Seite aber findet auch eine Auswanderung von Zellen aus den Blutgefässen, vielleicht auch aus den Lymphgefässen zweifellos statt. Dieselbe ist zwar bei den Russinhalationen eine beschränkte, bei den Smirgel- und Sandsteinverstäubungen dagegen eine ausgiebige, was vielleicht mit der Oberflächenbeschaffenheit der Staubkörner zusammenhängt. Das Vorkommen dieser Auswanderung darf aus dem bereits erwähnten Befund von Zellen erschlossen werden, welche durch Form, Grösse und Structur von den desquamirten Alveolarepithelien sich unterscheiden.

Es handelt sich nun um das weitere Schicksal der auf der Bronchialschleimhaut und im Innern der Alveolen abgelagerten Staubkörperchen. Während ein Theil mehr oder weniger lange auf den erwähnten Flächen liegen bleibt, beginnen andere Staubmassen in's Gewebe vorzurücken. Diese Wanderung erfolgt jedenfalls zum allergeringsten Theil durch die Schleimhaut der Bronchien, wo schon die Wimperbekleidung ein Hemmnis bildet. Hingegen müssen es die Wandungen der Alveolen sein, die in irgend einer Weise den Staubkörperchen den Durchgang verstatten, da man dieselben, wie die bekannten Erfahrungen an der menschlichen und thierischen Lunge, die vielen Experimente über Staubinhalation und namentlich die so constanten Resultate der zahlreichen Versuche von Arnold darthun, einige Zeit nach der Inhalation im umgebenden Bindegewebe thatsächlich vorfindet.

In dieser Hinsicht sind nun vor allem die Lymphwege der Lunge in's Auge zu fassen. Von Wywodzoff und Klein ist zuerst die Existenz eines Systems von feinsten Lymphkanälchen mit lacunären Erweiterungen, aber ohne selbständige Wandungen, in der Alveolarwand beschrieben worden. Bestätigt wurden diese anatomischen Befunde durch Versuche mit Infusion gelöster und körniger Farbstoffe in den Bronchialbaum, wie solche zuerst von Sikorsky ausgeführt wurden. Derselbe fand, dass sich bei der Infusion gelösten Carmin's in den Lungenalveolenwänden ein Netz füllt, welches aus sich durchkreuzenden Kanälchen und Knoten-

räumen besteht. Die letzteren haben eine dreieckige, rhombische oder sternartige Form und stehen mittels feiner Kanälchen mit dem Lumen der Lungenalveolen in Verbindung. Die Knotenräume liegen immer in den Inseln zwischen den Schlingen der Blutcapillaren; die verbindenden Kanälchen gehen bald über, bald unter den Blutgefässen weg. Zu ganz ähnlichen Resultaten gelangten Wittich und Küttner bei der Infusion von indigoschwefelsaurem Natron, und analoge Verhältnisse fand Schestopal an Froschlungen bei Infusion des gleichen Farbstoffs.

Die Versuche ferner mit Eingiessung in Flüssigkeiten suspendirter Farbstoffe von Slavjansky, Ruppert, Buhl und Schweninger und von Schottelius haben zwar ein Eindringen der Farbstoffe in das Lungengewebe erwiesen, ohne jedoch über die Wege des Transportes neue Aufschlüsse zu bringen. Ebensowenig wurde der letzteren Frage näher getreten durch die Verstäubungsversuche mit Russ und Zinnober, dann von Holzkohle, Steinkohle und Kiesel, wie sie von Rosenthal, Levin, Villaret, Crocq und Ins vorgenommen wurden, während allerdings auch hier das Durchtreten des Staubes durch die Alveolenwand in die benachbarten Saft- und Lymphbahnen nachgewiesen wurde.

Einen weiteren wesentlichen Fortschritt brachten dagegen die Untersuchungen von Arnold. Zwar sind die mit Ultramarin, Smirgel und Sandsteinstaub angestellten Experimente ebenfalls für diese Frage nicht verwerthbar; um so bemerkenswerther ist dagegen das Ergebnis der Russinhalationen und zwar namentlich bei längerer Dauer und intensiverer Verstäubung. Es fanden sich in solchen Fällen an den Alveolen Ablagerungen von Russkörnchen nicht nur auf und in den Epithelien, sondern auch zwischen denselben, ja einigemale konnten sogar, den sog. Kittleisten entsprechend, schwarze, netzförmige Zeichnungen nachgewiesen werden. Da nun zuweilen gleichzeitig eine vollständige Füllung der Saftbahnen der Alveolenwand vorhanden war, und da die Staubmassen der Saftbahnen mit den zwischen den Alveolarepithelien gelegenen unmittelbar zusammenzuhängen schienen, so ist es zum mindesten sehr wahrscheinlich, dass die inha-

lirten Staubkörper zwischen den Epithelien in das Saftkanalsystem der Alveolenwände übertreten. Um so weniger wird ein derartiger Modus des Uebertrittes Bedenken erregen können, als ja auch an anderen mit Epithel und Endothel ausgekleideten Häuten solche Einrichtungen und Beziehungen zum Saftkanalsystem nachgewiesen sind. Uebrigens bestätigen auch frühere Beobachtungen von Ruppert eine derartige Auffassung.

Man darf also annehmen, dass der Uebertritt der inhalirten Stäubchen zwischen den Alveolarepithelien in den dort gelegenen Intercellularräumen erfolgt, dass von da aus die Staubmassen innerhalb der Saftbahnen gegen die mit eigenen Wandungen versehenen Lymphgefässe vorrücken und in diese endlich eindringen. Bei diesem Transporte durch die Alveolarwand sind die meisten neueren Beobachter geneigt, den ausgewanderten weissen Blutkörperchen die Hauptrolle zuzuschreiben. Arnold erklärt es jedoch nach seinen Erfahrungen für zweifellos, dass auch ein Uebertritt freier, nicht an Zellen gebundener Staubmassen stattfinden könne, und hebt hervor, dass der Staub, namentlich bei Russinhalation, hauptsächlich in Form feiner, nicht an Zellen gebundener Körnchen innerhalb der Ausläufer und lacunären Erweiterungen der Saftbahnen angetroffen wird. Sehr bemerkenswerth ist ferner in gewissen Fällen die Beimengung von Blut zu dem in den Lymphgefässen enthaltenen Staube, weil dieselbe darthut, dass auch die rothen Blutkörperchen, ohne an Zellen gebunden zu sein, unter solchen Bedingungen von der Alveolenwand aus in die Lymphgefässe gelangen können. Nach Versuchen Nothnagel's vermag sich der Uebergang des Blutes in die Lymphgefässe sogar in sehr kurzer Zeit zu vollziehen.

Anderseits aber ist das Vorkommen von Staubzellen im Gewebe und in den Lymphgefässen auch nach den Untersuchungen Arnold's zweifellose Thatsache. Insoweit diese Staubzellen lymphoider Natur sind, ist ein actives Bewegen derselben selbstverständlich; aber auch epithelialen Abkömmlingen darf nach mehreren darüber vorhandenen Angaben Contractilität und damit active Bewegung zuerkannt werden. Jedenfalls aber ist schliesslich ein passives Bewegtwerden dieser Zellen sammt ihrer Ein-

schlüsse, ebenso wie die passive Bewegung der freien Staubtheilchen selbstverständlich und begreiflich, durch den Einfluss der Lymphbewegung und indirect der respiratorischen Bewegung des Thorax.

Aus den grösseren Lymphgefässen gelangt der inhalirte Staub in die Bronchialdrüsen. Zur Zurücklegung dieses Weges bedarf es nur einer verhältnismässig kurzen Zeit. Knauff konnte bei seinen Inhalationsversuchen bereits nach drei Tagen den Russ in den Bronchialdrüsen nachweisen. Ins, der diesen Gegenstand besonders bei seinen Versuchen berücksichtigte, und der einen ausschliesslichen Transport durch Vermittelung der Staubzellen annimmt, hat schon nach sechs, reichlicher nach zwölf Stunden Staub in den Drüsen beobachtet, allerdings nach Einblasung in die eröffnete Trachea. Den eingeblasenen Zinnober fand derselbe zuerst in der Rindenschicht vor, während die Mark. substanz frei war; nach drei Tagen traf er den Zinnober in den Follicularsträngen. Hieraus zieht Ins den Schluss, dass die inhalirten Substanzen mit grosser Regelmässigkeit und sehr schnell in den Bronchialdrüsen auftreten und zwar überall an Zellen gebunden. Beim Hunde fand derselbe Beobachter nach 39 Stunden Zinnoberkörnchen in gleichmässiger Verbreitung in den Rindenfollikeln. Ruppert beobachtete schon nach zwei bis drei Stunden Staub in den Bronchialdrüsen, und zwar hat derselbe, im Gegensatze zu Ins, unmittelbar nach der Inhalation auch freien, nicht an Zellen gebundenen Staub wahrgenommen. Schottelius fand bei seinen Versuchen im wesentlichen die Angaben von Ins bestätigt.

Genaue Anhaltspunkte über die kürzeste Zeit, innerhalb deren der inhalirte Staub nach den Bronchialdrüsen gelangen kann, verdanken wir aber den Untersuchungen von Arnold. Schon nach drei Stunden kann nach diesem Autor der Staub bei Ultramarininhalation in den an der Aussenseite der Follikel gelegenen Lymphräumen nachgewiesen werden. Dieses Resultat ist um so bemerkenswerther, als es bei nicht tracheotomirten Thieren gewonnen wurde. Drei Stunden ist somit die kürzeste beobachtete Frist. Selbstverständlich kann aber damit nicht

gesagt sein, dass die Staubmassen nicht schon nach sehr viel kürzerer Zeit in den Bronchialdrüsen angelangt sein können; ja, Arnold ist der Ueberzeugung, dass dies der Fall ist, und erblickt in dieser Thatsache der raschen Beförderung eine weitere Schwierigkeit für die Anschauung, dass aller Staub nur vermittelst der Zellen dahin befördert werden soll. Aber den Beweis dafür zu liefern, dass der Staub in noch kürzerer Zeit diesen Weg zurücklegen könne, sei deshalb an nicht tracheotomirten Thieren sehr schwierig, weil auch bei sehr dichter Staubatmosphäre ein grosser Theil des Staubes auf seinem Wege zurückgehalten werde.

Somit geht aus allen bisherigen Untersuchungen zweifellos hervor, dass inhalirte Staubtheilchen regelmässig in die Bronchialdrüsen gelangen, und dass dieser Uebergang ein sehr rascher ist, der, wenigstens für einen Theil des Staubes schon nach wenig Stunden vollendet sein kann. Soweit stimmen alle Autoren überein, und auch Flügge muss diese Thatsachen zugeben. Nicht so völlig klar liegen die Verhältnisse bezüglich des weiteren Schicksals der in den Bronchialdrüsen abgelagerten Staubtheilchen. Von Arnold konnte ein Uebergang des Staubes in die Vasa efferentia oder eine Umgehung der Drüsen auf collateralen Bahnen nicht beobachtet werden. Jedenfalls ist es nach ihm sicher, dass ein grosser Theil des Staubes in den Lymphdrüsen aufgehalten wird, wenn auch vielleicht Bruchtheile davon in die Vasa efferentia hineingelangen mögen.

Nun liegen allerdings Beobachtungen vor, welche zu Gunsten eines, wenigstens theilweisen Ueberganges inhalirter Staubtheilchen in's Blut gedeutet werden können. Von Rosenthal, Schottelius und Rindfleisch sind derartige Angaben über das Vorkommen inhalirter Staubtheilchen in inneren Organen und im Blute gemacht worden, und auch Slavjansky hat bei seinen Versuchen zinnoberhaltige Zellen im Blute beobachtet, von denen er glaubt, dass sie auf dem Wege durch die Lymphdrüsen dahin gelangt seien.

Besonders aber könnte man die merkwürdige Erscheinung der Anthrakose der Leber, der Milz, des Knochenmarks, sowie der portalen und retrogastrischen Lymphdrüsen des Menschen

als Beweis dafür anführen, dass eine Möglichkeit des Uebertritts inhalirter Kohletheilchen in's Blut und durch dieses in die inneren Organe gegeben sein müsse. Ein derartiger Fall ist zuerst von Soyka mitgetheilt worden, dem mehrere analoge von Arnold folgten. Ueber den Befund bei denselben äussert sich letzterer bei Gelegenheit der Besprechung lymphatischer Knötchen in der Leber folgendermaassen: »Die interessanteste Erscheinung ist der Gehalt dieser Zellen an schwarzem Pigment, das in Anbetracht seiner Eigenschaft nicht nur, sondern auch der Art seiner Verbreitung im Körper nach als anthrakotisches aufgefasst werden muss. Es handelt sich in diesen Fällen um hochgradige, schwarze Pigmentirung der Lungen, Bronchialdrüsen, mesenterialen Drüsen und der Milz, ja in einem Falle war das Pigment in grösserer Menge auch im Knochenmark abgelagert.« In neuerer Zeit hat dann Weigert darauf hingewiesen, dass die Anthrakose der Leber, Milz, portalen und mesenterialen Lymphdrüsen häufiger sei, als man gewöhnlich annehme, Mittheilungen, die von Roth bestätigt wurden.

So sehr indess diese Erfahrungen eine Möglichkeit des Uebertritts inhalirter Staubtheilchen in's Blut und in innere Organe zu beweisen scheinen, so muss doch Vorsicht geboten sein Angesichts des völlig widersprechenden negativen Befundes bei den entsprechenden Thierversuchen. Niemals konnte Arnold bei Thieren, welche lange Zeit einer sehr intensiven Staubinhalation ausgesetzt waren, im Blute Beimengungen von Farbstoffpartikelchen entdecken, welche ihrer Anordnung nach zu der Annahme berechtigten, dass unter solchen Verhältnissen ein regelmässiger Uebertritt in das Blut an irgend einer Stelle erfolge. Nun könnte man allerdings einwenden, die in's Blut gelangten Farbstoffmassen hätten zur Zeit der Untersuchung bereits auf irgend einem Wege die Blutbahn wieder verlassen, seien in innere Organe übergewandert. Allein auch diese Annahme ist durch die mühevollen Untersuchungen Arnold's berücksichtigt und widerlegt worden: In keinem Falle und in keinem der in Betracht kommenden Organe (Leber, Milz, Nieren und Knochenmark), auch nicht nach jahrelanger, sehr intensiver Inhalation von Staub,

fand sich dieser in einer Anordnung, wie sie die von der Blutbahn aus übergetretenen Farbstoffpartikelchen bei den Thieren und die Staubpartikelchen beim Menschen darzubieten pflegen.

Somit wird man, in Uebereinstimmung mit den Resultaten und Ueberzeugungen früherer Autoren zugeben müssen, dass bei den, der Inhalation von Staub ausgesetzten Versuchsthieren die Lymphdrüsen, speciell die Bronchialdrüsen ein völlig dichtes Filter darstellen, welches im Stande ist, die eingedrungenen Staubtheilchen vollständig zurückzuhalten. Ebenso ergibt sich hieraus, dass auch für den Menschen mit einer an Gewissheit grenzenden Wahrscheinlichkeit das Vorkommen einer ausgiebigeren Verschleppung des inhalirten, in Lungen und Bronchialdrüsen eingedrungenen Staubes nach anderen Organen auf präformirten Bahnen ausgeschlossen werden muss.

Der diametrale Gegensatz, in dem diese experimentellen Schlussfolgerungen mit den erwähnten Erfahrungen bei menschlicher Anthrakose stehen, lässt sich wohl nur erklären durch die Annahme abnormaler Verhältnisse und Processe in den letzteren Fällen, ein Gedanke, den zuerst Weigert aussprach, indem er auf die Möglichkeit des Uebertrittes von Pigment in's Blut von Bronchialdrüsen aus, welche mit Gefässen in abnormale Communication getreten sind, aufmerksam machte. Weigert und Roth haben Fälle von Perforation solcher Drüsen in die Venae cavae und Vena azygos, Arteria pulmonalis u. s. w. beschrieben, in denen es zu einer Staubablagerung in der Leber, Milz, portalen und retrogastrischen Lymphdrüsen gekommen war, und auch Arnold betrachtet es nach seinen Erfahrungen als zweifellos, dass durch solche abnorme Beziehungen der anthrakotischen Lymphdrüsen zu den Lumina grösserer Gefässe eine Staubverschleppung nach anderen Organen ermöglicht wird. Somit kann weiter wohl keine Rede davon sein, dass die menschliche Anthrakose als ein Gegenbeweis gegen die vollständige Filtrationsfähigkeit der Bronchialdrüsen gegenüber eingeathmeten Staubtheilchen betrachtet werden dürfe.

Die Filtrationsfähigkeit der Lymphdrüsen gegenüber von leblosen Staubpartikelchen existirt somit und kann nicht geleugnet

werden. Diese Thatsache darf nun aber durchaus nicht zu einem Analogieschluss auf belebte Stäubchen, auf Infectionserreger verwerthet werden, wie dies von Flügge geschehen ist[1]). Flügge meint, weil Russ, Ultramarin, Smirgel u. s. w. bei der Inhalation nicht in's Blut und in die verschiedenen Organe des Körpers gelangen, sondern höchstens in die nächstliegenden Bronchialdrüsen, wo sie zurückgehalten werden, so müsse das Gleiche auch bei den Infectionserregern der Fall sein. Allein dieser Schluss ist offenbar unzulässig.

Allerdings sind unbelebte Stäubchen und Bacterien hinsichtlich der Inhalation und der Mittel und Wege des Transportes durch die Lungenoberfläche in Vergleich zu setzen. Eine Bacterienzelle, als rein mechanisches Object betrachtet, muss Zug- und Druckkräften, Flüssigkeitsströmungen u. s. w. ebenso Folge leisten, wie irgend ein organisches oder unorganisches Stäubchen. Auch für den Transport durch Zellen gelten die nämlichen Verhältnisse. Eher müssten Bacterien — wenn überhaupt ein Unterschied vorhanden ist — leichter zu transportiren sein, da dieselben durch geringeres specifisches Gewicht gegenüber den meisten Stäubchen einen Vortheil voraus haben. Wir dürfen also annehmen, dass eine geringere Transportfähigkeit der Bacterien, gerade auch bei der Inhalation, nicht existirt.

Allein hieraus folgt nicht, dass die Bacterien nicht unter Umständen mehr leisten können, als leblose Stäubchen, auch hinsichtlich Transportfähigkeit und Verbreitung im Organismus. Die Verschleppbarkeit von Kohlensplittern, Zinnoberkörnchen u. s. w. stellt meines Erachtens nur das Minimum dar, was wir den Bacterien jedenfalls zugestehen müssen. Ob dieselben darüber nicht hinausgehen hönnen, das ist eine andere Frage.

Gerade bei den Lymphdrüsen lehrt nun die klinische Erfahrung von jeher, dass die Infectionserreger daselbst nicht Halt machen, nicht endgültig filtrirt und zurückgehalten werden. Bei septischer, syphilitischer, tuberculöser Infection wissen wir, dass die Ablagerung des Infectionserregers in den nächstgelegenen

1) a. a. O.

Lymphdrüsen in der Regel nur eine zeitweilige Sistirung der Gesammtinfection des Körpers, keine endgültige Beseitigung der Gefahr bedeutet. Und das Gleiche lehrt die tägliche Erfahrung beim Thierexperiment, wo die tuberculöse, die rotzige Infection zwar auf dem Lymphwege den nächsten Drüsen zustrebt, dort aber nicht Halt macht, sondern in Bälde darüber hinaus und gegen die inneren Organe voranschreitet.

Ein wichtiger Factor darf eben nicht ausser Acht gelassen werden, und das ist die Vermehrungsfähigkeit der in die Lymphdrüsen eingewanderten pathogenen Bacterien und die krankmachende Wirksamkeit derselben. Hierdurch können die sonst sufficienten Filter ihre Zuverlässigkeit verlieren, während allerdings nicht-pathogene Bacterien, die sich nicht vermehren und nicht krankmachend wirken, meines Erachtens ganz wohl wie leblose Stäubchen in den Drüsen zurückgehalten und mit der Zeit dann vernichtet werden können. Auf letztere Art möchte ich mir den Hergang vorstellen bei der Inhalation jener nicht-pathogenen, in der gewöhnlichen Athemluft vorkommenden Bacterien, die ebensogut wie Kohlenstäubchen in die Alveolen, die Lymphgefässe der Lunge verschleppt werden müssen, ohne dass wir im Stande sind, irgend etwas von ihnen im Blute oder in inneren Organen nachzuweisen.

Auf diese Weise behielten also die Lymphdrüsen, speciell die Bronchialdrüsen, den gewöhnlichen, saprophytischen Bacterien, ebenso wie den leblosen Stäubchen gegenüber, ihre so wichtige, prophylaktische, reinigende Bedeutung [1]). Aber für pathogene Bacterien liegen die Verhältnisse durchaus anders, und es ist von vorneherein ganz unwahrscheinlich, dass virulente Milzbrandsporen oder -Bacillen, infectiöse Hühnercholerabacterien, die beispielsweise in die Bronchialdrüsen eines Kaninchens gelangt

1) Die Erkenntnis dieser Bedeutung ist von hohem Interesse, da sie uns indirect auch einen Wink gibt über die mögliche phylogenetische Ursache der Entwickelung der Lymphdrüsen, die vielleicht in der häufig wiederholten Reizwirkung, in die Lymphbahn verschleppter Staubtheilchen und Bacterien an gewissen prädisponirten Stellen derselben und in der dadurch hervorgerufenen Reaction zu erblicken ist.

sind, daselbst unschädlich zurückgehalten und mit der Zeit vernichtet werden sollten. Eine solche curative Thätigkeit der Lymphdrüsen ist bis jetzt nicht erwiesen.

Uebrigens existirt noch eine zweite, bisher nicht berührte Möglichkeit für das Eindringen inhalirter Infectionserreger in's Blut, und das ist der directe Uebergang von den Alveolen oder von den Lymphbahnen der Lunge aus in angrenzende Blutcapillaren. Da hierüber keine Vorarbeiten vorliegen, wird es gerathen sein, diese Frage erst später, auf Grund von Versuchsresultaten in näheren Betracht zu ziehen.

Jedenfalls darf zum Schlusse dieses Abschnittes constatirt werden, dass die bisher erforschten, grösstentheils genau erkannten Verhältnisse bei der Inhalation staubförmiger Körperchen keinen anderen Schluss erlauben, als dass auch bei der Inhalation staubförmig suspendirter Infectionserreger ein Durchtreten durch die intacte Oberfläche des Respirationsorganes als nothwendig angenommen werden muss. Ein weiteres Eindringen von da in die Blutbahn kann als sehr wahrscheinlich bezeichnet werden.

b) Bisherige Versuche über den Durchtritt von Bacterien durch die intacte Lunge.

Da von den Versuchen mit Tuberkelbacillen aus oben erwähnten Gründen abgesehen werden muss, so bleiben hier nur meine eigenen, zuerst im Jahre 1880 publicirten Versuche zu erwähnen [1]), ferner solche von Wyssokowitsch, die unter Flügge's Leitung angestellt wurden, über welche jedoch nur eine summarische Angabe der Resultate vorliegt [2]), endlich die Versuche von Muskatblüth, der unter Emmerich's Leitung arbeitete [3]).

Meine Versuche, die mit Milzbrandsporen bei weissen Mäusen ausgeführt worden sind, hatten ein entschiedenes positives Resultat.

1) Untersuchungen über niedere Pilze. Aus dem pflanzenphysiologischen Institut zu München. R. Oldenbourg 1882 S. 178.

2) Flügge, »Mikroorganismen« S. 606.

3) Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde Bd. I Nr. 11 S. 321.

Dieselben waren in der Weise angestellt, dass die Milzbrandsporen an gut stäubende Pulversorten (Holzkohle, Talkpulver) angetrocknet und dann in einem abgeschlossenen Raume, in dem sich die Versuchsthiere befanden, zerstäubt wurden. Das Resultat war ein sehr überraschendes und sehr präcises, da die Thierchen in der weit überwiegenden Mehrzahl innerhalb weniger Tage infolge der Inhalation an Milzbrand verendeten.

Nun war allerdings zunächst der Einwand gerechtfertigt, dass es sich hier nicht um Milzbrandinfection durch die Lungen, sondern auf anderem Wege handeln könnte. Denkbar wäre noch eine Infection durch kleine Verletzungen der Oberhaut oder durch die zugänglichen Schleimhäute, oder endlich eine Infection vom Darmkanale aus durch verschluckten Sporenstaub. Gegen diese Möglichkeiten schützte ich mich durch zwei Arten von Controlversuchen. Einmal wurden Versuche angestellt mit gröberen, schlecht stäubenden, aber ebenso infectiösen Pulversorten. Die Thierchen wurden mit solchem Staube vollständig eingepudert, so dass die Gelegenheit zur Aufnahme von Milzbrandsporen durch die Oberhaut oder die Schleimhäute die nämliche war; auch verschluckt konnten Antheile dieses Staubes werden, und doch kam es bei keinem dieser Thierchen zur Infection. Des weiteren aber wurden zur völligen Sicherstellung genügend grosse Mengen des infectiösen Staubes an eine Anzahl von Mäusen direct verfüttert, ebenfalls mit negativem Erfolg. Allerdings fand ich damals, im Gegensatze zu R. Koch, der Milzbrandstäbchen und -Sporen ohne Erfolg an Mäuse verfüttert hatte, dass eine Infection dieser Thierchen vom Verdauungskanal aus durch Sporen (nicht durch Stäbchen) überhaupt möglich sei. Allein nur enorm grosse Quantitäten bei mehrtägiger Fütterung zeigten sich hierzu genügend. Mittlere und kleinere Mengen, wie sie bei den Inhalationsversuchen auch im ungünstigsten Falle nur verschluckt sein konnten, zeigten sich stets völlig erfolglos. Die Milzbrandinfection bei den Inhalationsversuchen konnte daher nicht vom Verdauungskanale erfolgt sein.

Um dies ganz sicher zu erweisen, machte ich noch folgenden Versuch. Von einer bestimmten Menge präparirten Sporenstaubes

wurde der vierte Theil zur Einathmung bei 10 weissen Mäusen verwendet; dieselben erlagen sämmtlich an Milzbrand, obwohl doch höchstens der tausendste Theil der wirksamen Sporen in die Verdauungswege gelangt sein konnte. Die übrigen drei Viertel des Pulvers wurden an weitere 10 Mäuse der gleichen Zucht auf einmal verfüttert. Diese relativ grosse Sporenmenge befand sich somit gleichzeitig im Verdauungskanal der Thierchen. Trotzdem bleiben die letzteren sämmtlich munter und am Leben. »Damit«, so schloss ich, »ist entschieden, dass die Lungen ganz ausserordentlich viel leichter den Uebertritt der Pilze in's Blut ermöglichten als der Darm. Denn von den zerstäubten Sporen konnte wohl nicht mehr als der millionste Theil in die Alveolen gelangt sein. Die dreimillionenfache Menge hatte aber vom Darme aus noch keine Wirkung.«

Aus der Schnelligkeit, mit der die tödliche Infection eintrat (24—36 Stunden), hatte ich ferner noch geschlossen, dass die Milzbrandsporen auf ihrem Wege in's Blut keine Lymphdrüsen zu passiren hätten, sondern dass ein directer Uebertritt in's Blut stattfinden müsse.

Diese Versuche, denen man nur vorwerfen kann, dass sie an einer einzigen Thierspecies angestellt und nicht besonders zahlreich sind, wurden trotz ihrer wichtigen Ergebnisse von keiner Seite wiederholt. Höchstens könnte man die bereits erwähnten Versuche von Wyssokowitsch als eine Art von Wiederholung betrachten, insoferne hier ebenfalls, bei einem Theil der Versuche, mit getrockneten, in Staubform aufgewirbelten Culturen experimentirt wurde. Ob dabei Milzbrandsporen verwendet wurden, ist leider nicht ersichtlich. Wir kennen nämlich über diese Versuche nur dasjenige, was Flügge a. a. O. über dieselben mittheilt. Die dort in Aussicht gestellte ausführliche Publication ist bis jetzt nicht erfolgt.

Aus diesen Versuchen soll nun nach Flügge »mit aller Bestimmtheit hervorgehen, dass weder Lungen- noch Darmoberfläche irgendwelchen Bacterien den Uebergang in's Blut gestatten.« Selbstverständlich lässt sich der Grund für diese irrthümlichen Ergebnisse erst nachweisen, wenn die Versuche von

Wyssokowitsch einmal vorliegen. Aus den Angaben Flügge's scheint indess hervorzugehen, dass hauptsächlich mit Typhusbacillen und mit Staphylococcus experimentirt wurde, und hierin dürfte dann allerdings ein genügender Grund für die Erfolglosigkeit der Versuche gegeben sein. Da weder Typhusbacillen noch Staphylococcen, wenn sie in kleiner Menge und ohne mitwirkende Zersetzungsstoffe in den Thierkörper eindringen, zu einer Vermehrung daselbst befähigt sind, so schwindet jede Aussicht auf einen Nachweis der wenigen bei der Inhalation in den Körper etwa eingedrungenen Bacterien [1]). Die Versuche von Wyssokowitsch sind deshalb ohne jede Beweiskraft.

Zu erwähnen sind schliesslich die Versuche von Muskatblüth, die im bacteriologischen Laboratorium des hygienischen Instituts München angestellt wurden. Dieselben sind nicht mit Inhalation, sondern mit Einspritzungen in die Trachea angestellt, in der Absicht, der Frage der Passirbarkeit der Lunge für pathogene Bacterien auf dem Wege mikroskopischer Untersuchung näher zu treten. Dabei wurde in zweifacher Weise vorgegangen. Einmal wurden kleine Mengen (0,2—0,3 ccm) stark Milzbrandbacillen-haltiger Flüssigkeit den Thieren durch Einstich in die Trachea injicirt. Da hier die Gefahr localer Wundinfection unvermeidlich war, beschränkte sich der Experimentator darauf, die so behandelten Thiere nach einem gewissen Zeitraum, ca. 16 Stunden, zu tödten, bevor noch die locale Infection der Wunde störend eingreifen konnte. Es wurde dann mikroskopisch nach dem Schicksal der injicirten Milzbrandbacillen geforscht, und diese zunächst in reichlichen Mengen in der Alveolarwandung gefunden, aber nicht freiliegend, sondern in Zellen eingeschlossen, die Verfasser für die bekannten Staubzellen, Abkömmlinge des Alveolarepithels erklärt. Diese Staubzellen sind vollgepfropft mit Milzbrandbacillen, ja sie enthalten nicht selten auch vielfach gewundene Fäden. Ein zweiter Fundort der Milzbrandbacillen aber zeigte

1) Der bezügliche Nachweis ergibt sich für die Typhusbacillen aus den Arbeiten von Beumer und Peiper und Sirotinin, für den Staphylococcus pyog. aureus namentlich aus der interessanten Arbeit von P. Grawitz und W. de Bary »über die Ursachen der subcutanen Entzündung und Eiterung.«

sich in den Bronchialdrüsen, von denen gar nicht selten jeder Schnitt eine unzählbare Menge von Milzbrandstäbchen aufwies, und zwar fast ausschliesslich in den Lymphbahnen dieser Organe, während die Blutgefässe nur wenige enthielten. Endlich konnte durch Untersuchung von Stückchen aus Milz und Leber des nämlichen, nach 17 Stunden getödteten Thieres, mittels des Plattenculturverfahrens das Vorhandensein der Milzbrandbacterien in diesen Organen bereits constatirt werden.

Ein zweiter Modus bei den Versuchen von Muskatblüth bestand darin, dass den Kaninchen zuerst die Tracheotomie gemacht, und die Tracheotomiewunde unter Belassung der Trachealcannüle zur vollständigen Ausheilung und Vernarbung gebracht wurde, bevor dann die Injection von Milzbrandbacillenflüssigkeit in die Lungen erfolgte. Auf diese Weise war die Möglichkeit einer Infection der Trachealwunde mit Sicherheit vermieden. Der Tod erfolgte in diesen Fällen nach 40—48 Stunden, und es ergab nun die mikroskopische Untersuchung gerade den entgegengesetzten Befund von den vorhergehenden Versuchen. In den Lungen fanden sich jetzt fast alle Milzbrandstäbchen in den Blutbahnen; ebenso sind in den Bronchialdrüsen fast alle Bacterien aus den Lymphbahnen verschwunden, während sich alle Blutgefässe mit zahlreichen Stäbchen gefüllt finden.

Diese lehrreichen Versuche bestätigen also, dass die Lungenoberfläche für Infectionserreger in der That passirbar ist, und beweisen, dass der Weg des Durchtritts der nämliche ist, wie er für unbelebte Staubpartikelchen durch die im vorigen Abschnitt referirten Arbeiten nachgewiesen wurde, nämlich die Saftkanälchen, die Lymphbahnen der Lunge und schliesslich die Bronchialdrüsen. Die letzteren aber haben sich bei den Versuchen von Muskatblüth nicht als sichere Filter für Milzbrandbacillen erwiesen. Vielmehr erfolgte ein rasches Weiterwandern der Infectionserreger von da in die Blutbahn. Ob die letztere nicht auch auf anderen Wegen etwa erreicht wurde, muss dahingestellt bleiben.

Diese Versuche ergänzen und bestätigen somit die von mir mit der Inhalation von Milzbrandsporen früher erlangten Resultate; sie beweisen das nämliche, obwohl die Versuchsanordnung

eine von der meinigen verschiedenartige war. Die bedeutend grössere Menge von Milzbrandbacillen, welche bei directer Injection in die Trachea gleichzeitig auf die Lungenoberfläche gebracht wird, bringt es mit sich, dass der Process des Durchtretens ausserordentlich viel leichter und vollständiger mikroskopisch verfolgt werden kann. Dagegen bietet wieder die Methode der freiwilligen Einathmung, wobei viel geringere Bacterien- resp. Sporenmengen in die Lungen eingeführt werden, den Vortheil, dass — wenn trotzdem Infection erfolgt — dadurch ein viel höherer Grad von Passirbarkeit der Lungenoberfläche documentirt ist. Und namentlich entspricht letzteres Verfahren nicht den natürlichen Verhältnissen, bei denen ja Flüssigkeiten mit Keimen selten, wohl aber Bacterienstäubchen in die Lungen gelangen können.

Auch die Passirbarkeit der ersten Respirationswege wird schliesslich durch positive Inhalationsresultate erwiesen, so dass auch hierin ein Vorzug der von mir gewählten Versuchsanordnung zu erblicken ist, die eben in jeder Hinsicht den natürlichen Bedingungen möglichst entspricht.

II. Versuche über Inhalation trocken zerstäubter Milzbrandsporen.

Von

Hans Buchner und **Friedrich Merkel**
in München, in Nürnberg.

Diese neueren Versuche über Inhalation trockener Milzbrandsporen sollen hauptsächlich der Aufgabe gewidmet sein, direct zu erweisen, dass die Lunge die Infectionspforte darstellt. Bei den früheren, im vorigen Abschnitt referirten Versuchen des Einen von uns war dieser Beweis indirect, per exclusionem, geführt worden, d. h. es war nur bewiesen, dass die Infection auf keinem anderen Wege erfolgt sein könne; folglich musste dieselbe auf dem Lungenwege zu Stande gekommen sein.

Die Methode der jetzigen Versuche war wesentlich diejenige jener früheren Versuche. Die Milzbrandsporen wurden an sterile, gut stäubende Pulversorten angetrocknet, die als Träger beim

Verstäuben dienten. Zunächst wurde Holzkohlenpulver verwendet, welches den Vortheil bietet, dass die schwarzen Partikelchen in der Lunge mikroskopisch leicht nachgewiesen und erkannt werden können. Da aber der Verdacht bestehen möchte, dass Holzkohlensplitter durch etwaige scharfe Spitzen und Kanten Verletzungen in der Alveolarwand verursachen und dadurch abnormale Communicationen schaffen könnten, so wurde bei einem zweiten Theil der Versuche ein anderes, aus absolut kugeligen Elementen bestehendes Pulver als Träger der Milzbrandsporen gewählt. Als solches dienten die Sporen des Riesenpulverschwammes (Lycoperdon giganteum), welche wir der Güte des Herrn Dr. Dingler verdankten. Die Resultate beider Versuchsreihen waren, wie im vorhinein bemerkt sei, vollständig die gleichen.

a) Herstellung des trockenen Sporenstaubes.

Das zweckmässigste Verfahren ist folgendes. Schief erstarrte alkalische Fleischwasseragar wird mit reiner Milzsubstanz eines an Milzbrand verendeten Thieres bestrichen und bei 37° C. cultivirt. Nach 2 Tagen erhält man fast völlig reine Sporen, nur wenig Milzbrandfäden und Stäbchen. Die sehr günstige Wirkung peptonfreier Agar für die Sporenbildung, im Gegensatze zu peptonhaltiger, beruht auf der, von dem Einen von uns schon früher aufgefundenen und mitgetheilten Thatsache, dass Milzbrandbacillen um so rascher und vollständiger zur Sporenbildung gelangen, je schneller, unter sonst günstigen Wachsthumsbedingungen (Wärme und Sauerstoff) das Ernährungsmaterial aufgebraucht wird.

Die Sporencultur wird abgestreift, in möglichst wenig sterilem Wasser vertheilt, und diese Aufschwemmung zu einer entsprechenden Quantität sterilen Holzkohlenpulvers zugesetzt. Es ist gut, die Kohle vorher schwach mit Weingeist zu befeuchten, weil sonst nur schwer eine Benetzung mit Wasser erfolgt. Sofort nach vollzogenem Zusatz der Flüssigkeit geschieht dann das Wiedertrocknen der Kohle. Am besten setzt man den dickwandigen Kolben, welcher die Kohle enthält, in ein Wasserbad von 40° C. und leitet einen starken, continuirlichen Luftstrom (doppelt durchbohrter Gummipfropf) durch denselben. In wenig Stunden kann

die Trocknung vollendet sein, und es bedarf nur noch einer mechanischen Zertheilung der durch die vorhergehende Benetzung verklebten Kohlentheilchen. Diese erreicht man, da der infectiöse Staub nunmehr mit grosser Vorsicht gehandhabt werden muss, am besten dadurch, dass von vorneherein in den zur Aufnahme der Kohle bestimmten Kolben einige sterilisirte Marmorkugeln (1,5 cm Durchmesser) hineingegeben werden. Bei Bewegungen des Gefässes rollen diese hin und her, wodurch die verklebten Kohlentheilchen rasch zertheilt werden.

Der so bereitete Kohlen-Sporenstaub muss, wenn die Einathmungsversuche gelingen sollen, folgenden Bedingungen entsprechen:

Erstens muss derselbe vollkommen trocken sein; es ist nöthig, den Staub stets über Chlorcalcium aufzubewahren, da er aus der Luft Feuchtigkeit anzieht und dann weniger stäubungsfähig wird.

Zweitens muss der Staub sehr infectiös, d. h. reich sein an virulenten Milzbrandsporen. Es ist nöthig, sich hiervon jedesmal durch Gelatineplattenculturen zu überzeugen, welche mit sehr geringen Mengen des Staubes hergestellt werden. Man zählt die Anzahl der in der Gelatine eingebetteten Kohlensplitter und anderseits die Zahl der entwickelten Milzbrandcolonien. Allerdings kann man nur die grösseren Kohlensplitter zählen, da die feineren bis zur Unmessbarkeit herabgehen. Das Verhältnis war bei den von uns verwendeten Staubsorten meist etwa 1 : 1000, d. h. auf 1000 Kohlensplitter traf 1 Milzbrandspore. Beim Lycoperdonstaube dagegen, der zu den späteren Versuchen verwendet wurde, zeigte diejenige Sorte, mit der wir die meisten Inhalationen ausführten, 1 Milzbrandspore auf 140 Lycoperdonsporen.

Drittens muss endlich festgestellt werden, ob die Milzbrandsporen des betreffenden Staubes thatsächlich virulent sind, was durch erfolgreiche subcutane Verimpfung einer sehr kleinen Staubmenge auf Thiere bewiesen wird.

Wenn alle diese Bedingungen stricte erfüllt sind, gelingen die Versuche mit Sicherheit. Sehr leicht wäre es dagegen, negative Resultate zu erhalten, wenn man einen unvollkommen getrockneten

oder nicht hinreichend infectiösen Staub anwenden wollte. Derlei Versuchen könnte daher keine Beweiskraft zuerkannt werden.

b) Inhalationsapparate.

Es wurden zweierlei Apparate verwendet, der eine zu 3,3 l Inhalt für Mäuse (je 5 Stück), der andere zu 13,6 l für Meerschweinchen (je 2 Stück) [1]. Der letztere Apparat ist hier abgebildet, um die Beschreibung zu erleichtern.

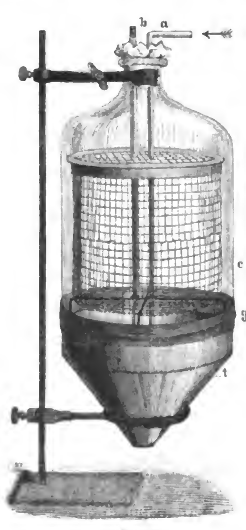


Fig. 1.

Den Boden des, im übrigen gläsernen, Apparates bildet ein Trichter *t* aus Weissblech, auf dessen tiefstem Punkte, nach völligem Abschluss durch ein ringförmiges Kautschukband bei *g*, der Sporenstaub vermittelst der senkrechten, bis auf den Boden reichenden Glasröhre *b* deponirt wird. Die Thiere befinden sich in einem Drahtkäfig bei *c*. Die Lufteinblasung erfolgt durch ein gewöhnliches Handgebläse (Gummiballon) möglichst ausgiebig bei *a*. Diese Luft wird durch ein zweites senkrechtes Glasrohr ebenfalls auf den tiefsten Punkt des Apparates geleitet und muss daher den dort deponirten Staub aufwirbeln und im Apparat vertheilen. Der Austritt der Luft erfolgt oben durch einen filtrirenden Wattepfropf, welcher den Zwischenraum zwischen dem gläsernen Hals des Apparates und den beiden durchtretenden Glasröhren vollständig ausfüllt.

1) In dem Versuch Nr. 11 kam ein noch grösserer Apparat von ca. 50 l Inhalt zur Anwendung.

Da der aufgwirbelte Staub grosse Neigung zeigt, sich überall im Innern des Apparates abzulagern, wodurch derselbe weiterer Verwerthung entzogen wird, so ist es nöthig, durch häufiges Anklopfen und abwechselndes seitliches Neigen des Apparates während des Versuches für ein möglichstes Herabgleiten des Staubes auf den tiefsten Punkt immer wieder Sorge zu tragen. Trotzdem gelingt dies nur in sehr unvollkommenem Maasse, weshalb es sich empfiehlt, niemals die ganze, zur Verstäubung gelangende Staubmenge auf einmal zuzusetzen, sondern successive durch die Röhre *b* dieselbe in Abständen, bei momentaner Sistirung der Lufteinblasung einzuführen.

Die in diesen Apparaten verwendeten Staubmengen waren jedesmal sehr geringe. Es stellte sich bald heraus, dass grössere Staubmengen bei der Inhalation Fremdkörperpneumonien bedingten und die beabsichtigte Entwickelung der Milzbrandinfection geradezu verhinderten. Allzukleine Staubmengen können naturgemäss ebenfalls nicht zu dem gewünschten Ziele führen. Somit gibt es ein Optimum der anzuwendenden Staubmenge, das sich nach der Grösse des Apparates und ausserdem nach der Infectiosität des Staubes richtet.

Bei unseren Versuchen betrug bei dem kleinen, für Mäuse bestimmten Inhalationsapparate die verwendete Staubmenge für einen ganzen Inhalationsversuch höchstens 0,25 g, oftmals weniger. Im grösseren, für Meerschweinchen bestimmten Apparat wurde die doppelte Menge verstäubt. Die Zerstäubung und Einathmung und somit der ganze Versuch dauerte jedesmal nur 10—15 Minuten, und wurden die Thiere diesem Verfahren stets nur ein einzigesmal ausgesetzt.

Nach Beendigung der Versuche wurde noch einige Zeit zugewartet, bis die im Innern des Apparates etwa noch schwebenden Stäubchen sich abgelagert hatten. Dann wurde vorsichtig geöffnet, die Thiere wurden herausgenommen und für einige Zeit in's Freie gebracht, damit sie sich von den anhaftenden Stäubchen befreien konnten, die Theile des Apparates aber sofort in einer

Sublimatlösung von 1 pro mille untergetaucht, um alle anhaftenden Milzbrandsporen zu vernichten.

c) Versuche mit Inhalation von Kohlen-Sporenstaub und entsprechende Control-Fütterungsversuche.

Die Einathmungsversuche nach der hier angewendeten Methode, bei denen das ganze Thier im Staubraume verweilt, besitzen eine Beweiskraft bezüglich Lungeninfection zunächst nur dann, wenn durch entsprechende Control-Fütterungsversuche dargethan ist, dass die Infection nicht durch verschluckte Sporen auf dem Verdauungswege erfolgt sein kann. Die positiven Belege, welche das Eindringen der Infectionserreger durch die Athmungsorgane direct beweisen, werden erst in einem späteren Abschnitt beigebracht werden. Von vorneherein war es deshalb nothwendig, durch Controlfütterungsversuche, welche gleichzeitig mit den Inhalationsversuchen und mit dem nämlichen Sporenstaube, der zu den letzteren gedient hatte, ausgeführt wurden, den indirecten Beweis für die Thatsache der Lungeninfection zu führen.

Bei diesen Controlfütterungsversuchen wurde die nämliche Staubquantität, wie die bei dem entsprechenden Inhalationsversuch im Staubraume zur Aufwirbelung gelangte, an gleichviel Thiere der nämlichen Species und Zucht verfüttert. Die Verfütterung geschah durch Zumischung des Sporenstaubes zu einem aus Brod oder Rüben bereiteten Brei, den die Thiere mangels anderer Nahrung innerhalb 24 Stunden regelmässig vollkommen aufzehrten. Die Mäuse befanden sich zu diesem Zwecke in einem geräumigen leeren Glase, die Meerschweinchen in einer leeren sauberen Kiste, ohne alle Streu, um einer etwa unbemerkt bleibenden Verstreuung des vorgesetzten Futters vorzubeugen.

Die Chancen für eine eventuelle Darminfection waren bei diesem Verfahren, im Verhältnis zur Lungeninfection ausserordentlich günstige. Da von der verstäubten Sporenquantität höchstens der tausendste Theil eingeathmet werden kann, während die Control-Fütterungsthiere die ganze Sporenmenge verzehren müssen, so gelangt auf die Darmfläche der letzteren gewiss

tausendmal mehr wirksames Infectionsmaterial als auf die Lungenoberfläche der ersteren. Wenn daher die Fütterungsthiere trotzdem in ganz überwiegender Mehrzahl am Leben bleiben, während die Inhalationsthiere fast sämmtlich erliegen, dann kann die Infection der letzteren unmöglich von zufällig verschluckten Sporen abgeleitet werden. Es bleibt nur übrig, eine Infection von der Lunge aus anzunehmen.

1. Versuch.

19. Mai 1887. Inhalation. 2 weisse Mäuse athmen 15 Minuten im Staubraum. Nach 2 Tagen beide anscheinend ganz munter. Am 3. Tage morgens beide todt: Milzbrand.

2. Versuch.

23. Mai 1887. Inhalation und Fütterung. 2 Meerschweinchen vom gleichen Wurf. Das eine athmet 30 Minuten im Staubraum, wo 0,2 g Kohlen-Sporenstaub zerstäubt wurde. Nach 6 Tagen erscheint das Thierchen gesund, am 8. Tage todt: Milzbrand. Linke Lunge vollständig mit Hämorrhagien durchsetzt, sinkt im Wasser unter, ebenso Oberlappen der r. Lunge, während Unterlappen frei. Milz kaum vergrössert, aber voll Milzbrandbacillen, ebenso wie die Lunge. Magen und Darm sehen intact aus, Dünndarm leer, eng, nicht injicirt, ebenso Mesenterialdrüsen. Keine Hämorrhagien. — Das zweite Meerschweinchen erhielt die nämliche Menge (0,2 g) des gleichen Staubes auf einmal verfüttert: blieb gesund. Nach 4 Wochen wurde dieses nämliche Thier mit der doppelten Quantität desselben Staubes nochmals gefüttert: 2 Tage darauf Tod an Milzbrand mit einzelnen hämorrhagischen Stellen im Darmrohr. Hieraus geht hervor, dass grosse Mengen von Milzbrandsporen allerdings vom Darmkanal aus bei Meerschweinchen inficirend wirken können, ähnlich wie dies der Eine von uns früher (s. o.) für Mäuse constatirt hat.

3. Versuch.

1. Juni 1887. Inhalation. 5 weisse Mäuse athmen 25 Minuten im Staubraum. Hiervon wurde eine Maus sofort durch Chloroform getödtet, und die Lunge mikroskopisch auf Kohlensplitter untersucht, die in der That zahlreich nachgewiesen werden konnten. Die 2. Maus wurde nach 20 Stunden durch Chloroform getödtet, die Lungen herausgenommen, der eine Flügel mit steriler Scheere in kleine Stückchen zerschnitten, mit Nährgelatine vermischt und auf einer Platte ausgegossen: aus den Lungenstückchen entwickeln sich innerhalb 48 Stunden reichliche Milzbrandcolonien. Ebenso wurde mittels Plattencultur der Magen- und Darminhalt auf etwaige Milzbrandbacillen geprüft, mit negativem Resultat.

Die 3 Maus wurde nach 30 Stunden durch Chloroform getödtet: Plattencultur der Lunge ergibt reichlich Milzbrandcolonien. Plattencultur der Milz ergibt gar keine Colonien, solche des Dünndarminhalts keine Milzbrandcolonien.

Die 4. und 5. Maus wurden nach 2 Tagen todt gefunden: Kein Milzbrand, sondern Pneumonie, Lungen hyperämisch und voluminös, mikroskopisch keine Milzbrandbacterien.

4. Versuch.

1. Juni 1887. Fütterung. 3 Mäuse erhalten die doppelte Menge des im vorigen Versuch verwendeten Sporenstaubes verfüttert. Dieselben bleiben dauernd munter.

5. Versuch.

13. Juni 1887. Inhalation. 5 Mäuse athmen 10 Minuten im Staubraum. Hiervon wird eine Maus sogleich getödtet. Plattencultur von Lungenstückchen ergibt reichliche Milzbrandcolonien. Die 2. Maus wurde nach 20 Stunden getödtet: Plattencultur von Lungenstückchen ergibt reichliche Milzbrandcolonien. Der gleiche Befund ergibt sich bei der 3. Maus, welche nach 27 Stunden und bei der 4. Maus, welche nach 46 Stunden getödtet wird. Die 5. Maus erliegt von selbst nach 53 Stunden: Milzbrand. In Lungen und Milz massenhafte Bacillen.

6. Versuch.

27. Juli 1887. Inhalation. 4 Mäuse athmen 15 Minuten im Staubraum. Sämmtliche 4 Mäuse wurden nach 20—48 Stunden durch Chloroform getödtet. Die aus den Lungen angelegten Plattenculturen ergaben überall reichliche Milzbrandcolonien. Plattenculturen der Milz hatten verschiedenes Ergebnis.

Die Resultate der Plattenculturen dieser sämmtlichen Versuche werden in einem folgenden Abschnitte im Detail mitgetheilt und die daraus sich ergebenden Schlüsse besprochen werden.

7. Versuch.

28. Juli 1887. Inhalation. 4 Mäuse athmen 15 Minuten im Staubraum. 2 davon wurden nach 21 resp. 31 Stunden getödtet. Plattenculturen der Lunge ergaben reichlich Milzbrandcolonien. Die 2 übrigen Mäuse erliegen nach 40 Stunden: Milzbrand.

8. Versuch.

28. Juli 1887. Fütterung. 8 Mäuse erhalten eine dem vorigen Inhalationsversuch entsprechende Menge von Sporenstaub verfüttert. 7 davon blieben dauernd munter; 1 erlag an Milzbrand.

9. Versuch.

28. Juli 1887. Inhalation. 4 Mäuse athmen 15 Minuten im Staubraum. 2 davon wurden nach 19 resp. 29 Stunden getödtet. Plattencultur der Lunge ergibt bei der einen reichliche Milzbrandcolonien, bei der andern ebenfalls zahlreiche Colonien, aber nicht von Milzbrand, sondern von einer anderen nicht näher bekannten Bacterienart. Die 2 übrigen Mäuse erliegen von selbst nach 40 resp. 50 Stunden, beide an Milzbrand. Indess war der

eine dieser Fälle nicht rein, sondern die Lungen waren stark hyperämisch, etwas hepatisirt, und die Plattencultur ergab ausser den Milzbrandcolonien sehr reichliche Colonien eines typhusähnlichen Bacillus.

10. Versuch.

28. Juli 1887. Fütterung. 4 Mäuse erhalten die dem vorigen Inhalationsversuch entsprechende Staubmenge verfüttert. Dieselben bleiben sämmtlich munter.

11. Versuch.

21. Juli 1887. Inhalation. 7 Meerschweinchen athmen in einem für diesen Versuch eigens hergestellten grösseren Apparat von ca. 50 l Inhalt während 10 Minuten. Zerstäubt wurde nur eine sehr geringe Menge, nur ca. 0,1 g Kohlensporenstaub. Das Resultat dieses Versuches war folgendes: Das grösste Meerschweinchen wurde am 3. Tage bereits todt vorgefunden. Lungen theilweise hämorrhagisch, reichlich Bacillen enthaltend. Letzteres ist ebenso der Fall bei der Milz. Das 2. und 3. Meerschweinchen erlagen am 3. Tage. Lungen und Milz enthielten sehr reichlich Milzbrandbacillen. Die Lungen boten durchaus normales Aussehen, ebenso der Darm, doch zeigten sich in demselben bei dem einen der Thierchen zwei kleine, anscheinend hämorrhagische Stellen von 1—2 mm Durchmesser.

Das 4. Thier erliegt in der Nacht vom 4. bis 5. Tag. Kein makroskopischer Befund, namentlich Darm ganz normal. Nur in der Lunge 3 linsengrosse, circumscripte, dunklere Stellen. In Lungen und Milz massenhaft Milzbrandbacillen.

Das 5. Meerschweinchen erliegt ebenfalls in der Nacht vom 4. bis 5. Tag (besonders grosses Thier). Der makroskopische und mikroskopische Befund ist genau der nämliche wie beim vorhergehenden.

Das 6. und 7. Meerschweinchen blieben dauernd munter.

12. Versuch.

1. August 1887. Fütterung. An 6 Meerschweinchen wird die doppelte Menge des beim vorigen Versuch verwendeten Sporenstaubes auf einmal verfüttert. Dieselben blieben dauernd munter.

13. Versuch.

16. August 1887. Inhalation. 4 Meerschweinchen athmen nur 5 Minuten im Staubraum. Eines davon erliegt nach 3 Tagen an Milzbrand. Lungen und Milz enthalten massenhaft Milzbrandbacillen. Die 3 übrigen Thierchen blieben am Leben.

14. Versuch.

18. August 1887. Inhalation. 3 Mäuse athmen 15 Minuten im Staubraum. Hiervon werden 2 Mäuse nach 5½ Stunden getödtet. Plattenculturen der Lunge ergeben reichlich Milzbrandcolonien. Die 3. Maus blieb am Leben.

d) Versuche mit Inhalation von Lycoperdon-Sporenstaub und entsprechende Control-Fütterungsversuche.

Die Herstellung des Lycoperdon-Sporenstaubes erfolgte genau in der nämlichen Weise wie diejenige des Kohlen-Sporenstaubes.

Zur Verwendung der Sporen von Lycoperdon giganteum entschlossen wir uns, wie bereits erwähnt, deshalb, weil deren absolut kugelige Form eine Verletzung der Alveolarwand bei der Inhalation mit Sicherheit ausschliessen lässt. Ausserdem besitzen diese Sporen eine so ausserordentliche Kleinheit, dass deren Eindringen bis in die Alveolen mit Sicherheit zu erwarten stand. Die beifolgende Abbildung gibt eine Vorstellung von dem Grössenverhältnis der Lycoperdon-Sporen (*b*) gegenüber den bekannten Sporen von Lycopodium (*a*), deren Durchmesser jenen der ersteren etwa um das 8fache übertrifft. Der Durchmesser der Lycoperdon-Sporen beträgt nach unseren Messungen durchschnittlich nur 4 μ, also nur halb so viel als derjenige eines rothen Blutkörperchens vom Menschen. Die Stäubungsfähigkeit ist dementsprechend eine ganz enorme, und eignen sich dieselben vortrefflich zu diesen Versuchen. Doch will es uns scheinen, als ob merkwürdigerweise die Gefahr pneumonischer Reizung bei Inhalation dieses Staubes, wenigstens bei Mäusen, noch grösser sei, als bei Anwendung von Kohlenstaub.

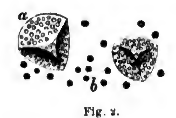


Fig. 2.

15. Versuch.

16. October 1887. Inhalation. 4 Mäuse athmen 15 Minuten im Staubraum (ca. 0,5 g verstäubt). Von diesen Mäusen wurde eine nach 21 Stunden getödtet. Plattenculturen der Lunge ergaben reichliche Milzbrandcolonien. Die 2. und 3. Maus erlagen in der Nacht vom 2. bis 3. Tag, beide an Milzbrand. Lungen von ganz normalem Aussehen, aber mikroskopisch voll von Milzbrandbacillen. Die 4. Maus erliegt in der Nacht vom 4. bis 5. Tag ebenfalls an Milzbrand.

16. Versuch.

20. October 1887. Inhalation. 5 Mäuse athmen 10 Minuten im Staubraum (0,5 g verstäubt). Hiervon wurden 2 nach 6 resp. 22 Stunden getödtet. Plattenculturen der Lunge ergaben Milzbrandcolonien. Die 3. Maus erliegt am Morgen des 3. Tages an Milzbrand. Die beiden übrigen Mäuse bleiben am Leben.

17. Versuch.

19. October 1887. Fütterung. 8 Mäuse erhalten die den vorhergehenden Inhalationsversuchen entsprechenden Mengen von Lycoperdon-Sporenstaub verfüttert, 2 hiervon erliegen an Milzbrand, die übrigen bleiben am Leben.

18. Versuch.

31. October 1887. Inhalation. 5 Mäuse athmen 10 Minuten im Staubraum (0,5 g verstäubt). Hiervon wurden 2 nach 4 resp. 20 Stunden getödtet. Plattenculturen der Lungen ergaben reichliche Milzbrandcolonien. Die 3 übrigen Mäuse erlagen nach ca. 40 Stunden, aber nicht an Milzbrand. Plattenculturen der Lungen ergeben zwar Milzbrandcolonien, aber nur sehr wenige, dagegen sehr zahlreiche Colonien anderer, typhusähnlicher Bacillen.

19. Versuch.

3. November 1887. Inhalation. 5 Mäuse athmen 10 Minuten im Staubraum (0,25 g verstäubt). Hiervon wurden 2 nach 20 resp. 24 Stunden getödtet. Plattenculturen der Lunge ergeben reichliche Milzbrandcolonien. Die 3 übrigen Mäuse erliegen in der Nacht vom 2. bis 3. Tag. Ihre Lungen zeigen ein diffus geröthetes Aussehen. Mikroskopisch finden sich in denselben keine grösseren Mengen von Milzbrandbacillen. Plattenculturen der Lungen ergeben jedoch überall ziemlich zahlreiche Milzbrandcolonien, nur in einem Fall vermischt mit andersartigen Colonien.

20. Versuch.

1. November 1887. Inhalation. 2 Meerschweinchen athmen 15 Minuten im Staubraum (0,5 g verstäubt). Nach 3 Tagen beide todt: Milzbrand. Lungen nicht ganz hellfarbig, sondern fleckenweise geröthet. Beide Lungen, ebenso die Milz, enthalten reichlich Milzbrandbacillen. Darmkanal bei beiden völlig intact.

21. Versuch.

4. November 1887. Fütterung. 2 Meerschweinchen erhalten die nämliche Staubquantität wie in Versuch 20 (0,5 g) auf einmal verfüttert. Beide blieben am Leben.

22. Versuch.

7. November 1887. Inhalation. 5 Mäuse athmen 10 Minuten im Staubraum (0,12 g verstäubt). Hiervon wurden 2 Thierchen nach 4 resp. 21 Stunden getödtet. Plattenculturen der Lungen ergaben zahlreiche Milzbrandcolonien. Die 3 übrigen Mäuse verendeten nach 3 Tagen. Die eine davon zeigte hellfarbige, normale Lungen, welche, ebenso wie die Milz, sehr grosse Mengen von Milzbrandbacillen enthielten. Bei den 2 anderen Mäusen fanden sich die Lungen geröthet und etwas hepatisirt. Mikroskopisch konnten in diesen pneumonischen Lungen Milzbrandbacillen nur ganz vereinzelt aufgefunden werden. Indess ergaben Plattenculturen der Lungen die Entwickelung von Milzbrandcolonien, wenn auch nur in mässiger Zahl.

23. Versuch.

9. November 1887. Inhalation. 2 Meerschweinchen athmen 15 Minuten im Staubraum (0,5 g verstäubt). Das eine erliegt nach 3, das andere nach 4 Tagen an Milzbrand. Die Lungen sind im ganzen normal, aber bei beiden stellenweise diffus geröthet, indess vollkommen lufthaltig. Lungen und Milz enthalten massenhaft Milzbrandbacillen. Magen und Darmkanal zeigen sich völlig intact.

24. Versuch.

14. November 1887. Inhalation. 5 Mäuse athmen 10 Minuten im Staubraum (0,12 g verstäubt). Hiervon wurden 3 Thierchen nach 20, 25 und 30 Stunden getödtet. Plattenculturen der Lungen dieser Thierchen ergaben zahlreiche Milzbrandcolonien. Die 2 übrigen Mäuse erlagen nach 2 resp. 3 Tagen. Bei der einen fand sich reiner Milzbrand, d. h. massenhafte Milzbrandbacillen in der normal aussehenden Lunge, ebenso in der Milz. Die andere Maus zeigte geröthete, theilweise hepatisirte Lungen, in der mikroskopisch nur vereinzelte Milzbrandbacillen aufgefunden wurden. Plattenculturen von dieser Lunge ergaben indess Milzbrandcolonien, obwohl nur in mässiger Zahl.

25. Versuch.

21. November 1887. Inhalation. 2 Meerschweinchen athmen 15 Minuten im Staubraum (0,5 g verstäubt). Das eine wurde nach 38½, das andere nach 42½ Stunden mittels Chloroform getödtet. Aus den Lungen wurden Plattenculturen angelegt, welche bei beiden Thieren reichliche Entwickelung von Milzbrandcolonien ergaben.

e) Resultate der bisherigen Inhalations- und Fütterungsversuche mit trockenem Sporenstaub.

Zur besseren Uebersicht der erlangten Resultate sind dieselben in den folgenden beiden Tabellen zusammengestellt, und zwar sind sämmtliche Inhalationsversuche, sowohl die mit Kohlen- als die mit Lycoperdon-Sporenstaub und ebenso sämmtliche Fütterungsversuche je in einer Tabelle vereinigt.

Um die Zahlen dieser Tabelle in einer Gesammtübersicht zusammenfassen zu können, mag es statthaft sein, die in der 5. Verticalreihe aufgeführten, vorzeitig getödteten Thiere, bei denen die Plattenculturen der Lungen bereits reichliche Milzbrandcolonien ergeben hatten, als an Milzbrand erlegen anzunehmen. Nöthig ist dieses Verfahren durchaus nicht, da der Beweis zu Gunsten der Lungeninfection auch ausserdem klar zu Tage liegt. Immerhin aber halten wir dasselbe für richtig, da eine, 20 Stunden nach der Inhalation vorgefundene, reichliche Infection der Lungen mit Milzbrandbacillen, welche auf stattgefundene Vermehrung schliessen lässt, nothwendig zum Tode des Thieres an Milzbrand führen würde.

Zunächst folgt nun eine Uebersicht der Fütterungsresultate mit Kohlen- und Lycoperdon-Sporenstaub.

Inhalation.

Versuchs-nummer	Mäuse	Meer-schweinchen	An Milzbrand erlegen	Thiere, die innerhalb 20 bis 46 Stunden nach der Inhalation getödtet wurden und bei denen die Plattencultur der Lungen reichliche Milzbrandcolonien ergab	An Pneumonie erlegen	Lebend geblieben
1.	2	—	2	—	—	—
2.	—	1	1	—	—	—
3.	4	—	—	2	2	—
5.	4	—	1	3	—	—
6.	4	—	—	4	—	—
7.	4	—	2	2	—	—
9.	4	—	2	1	1	—
11.	—	7	5	—	—	2
13.	—	4	1	—	—	3
15.	4	—	3	1	—	—
16.	4	—	1	1	—	2
18.	4	—	—	1	3	—
19.	5	—	3	2	—	—
20.	—	2	2	—	—	—
22.	4	—	1	1	2	—
23.	—	2	2	—	—	—
24.	5	—	1	3	1	—
25.	—	2	—	2	—	—
Summe:	48	18	27	23	9	7

Fütterung.

Versuchs-nummer	Mäuse	Meer-schweinchen	An Milzbrand erlegen	Lebend geblieben
2.	—	2	1	1
4.	3	—	—	3
8.	8	—	1	7
10.	4	—	—	4
12.	—	6	—	6
17.	8	—	2	6
21.	—	2	—	2
Summe:	23	10	4	29

Aus diesen beiden Tabellen ergibt sich (unter der soeben erwähnten Annahme) folgende Gesammtübersicht:

Eingeathmet haben . . . . 66 Versuchsthiere,
hiervon starben an Milzbrand . . 50 „ = 75,8 %,
„ „ „ Pneumonie . 9 „ = 13,6 %,
„ „ „ blieben lebend 7 „ = 10,6 %.



Gefüttert wurden	33	Versuchsthiere,	
hiervon Milzbrand . .	4	„	= 12,1 %,
„ blieben lebend	29	„	= 87,9 %.

Bei diesem Resultat, das so schlagend zu Gunsten der Infection auf dem Lungenwege spricht, muss noch bedacht werden, dass dasselbe noch günstiger ausfallen würde, wenn die Fütterung nicht mit so sehr grossen Sporenmengen ausgeführt wäre. Um jede anderweitige Deutung auszuschliessen, wurden, wie erwähnt, stets mindestens die nämlichen Staubquantitäten, welche im Staubraum zur Verstäubung gelangt waren, zur Fütterung verwendet. Eigentlich wäre es ja nur nothwendig, diejenige Menge von Sporenstaub zu verfüttern, welche die Inhalationsthiere möglicherweise verschluckt haben können, also vielleicht tausendmal weniger als wirklich verfüttert wurde. In diesem Falle aber wäre es ohne Zweifel gelungen, die Todesfälle bei der Fütterung ganz zu vermeiden.

Immerhin sind die Resultate auch in ihrer jetzigen Form in hohem Grade beweiskräftig. Die enorme Gefährlichkeit der Inhalation verstäubter Milzbrandsporen gegenüber der relativen Ungefährlichkeit ihrer Verfütterung weist deutlich darauf hin, dass bei den Einathmungsversuchen nicht der Darmkanal die Infectionspforte darstellen kann, sondern dass hier ein anderer, viel leichterer Weg beschritten wird. Und das kann kein anderer sein, als eben der Weg durch die Lungenoberfläche. Diese Folgerung wurde übrigens noch dadurch bestätigt, dass bei einer Anzahl durch Einathmung inficirter Thiere der Inhalt des Magens und Darmkanales mittels Plattencultur auf etwa vorhandene Milzbrandbacterien untersucht wurde. Das Resultat war stets ein negatives.

Soweit also einem indirecten Schluss, einem Schluss per exclusionem Beweiskraft zuerkannt werden kann, ist hier der Beweis für die Passirbarkeit der intacten Lungenoberfläche für Milzbrandsporen bereits geliefert. Es wird im folgenden gezeigt werden, inwieweit auch das directe Beweisverfahren bis jetzt realisirt werden konnte.

Zunächst noch einige Bemerkungen über die bei den Inhalationsversuchen in 13,6 % der Fälle aufgetretene Pneumonie.

Pneumonische Reizerscheinungen sind keineswegs eine Vorbedingung für erfolgreiche Milzbrandinfection auf dem Athemwege. Dieser Satz ergibt sich ganz unzweideutig aus den mitgetheilten Erfahrungen. Im Gegentheil zeichneten sich die meisten Fälle von Einathmungsmilzbrand bei Mäusen und Meerschweinchen, und zwar gerade diejenigen, in denen der Befund von Milzbrandbacillen in den Organen ein besonders reichhaltiger war, durch den Mangel jeden makroskopischen Befundes in den Lungen aus.

In einer gewissen Zahl von Fällen wurden allerdings bei Meerschweinchen hämorrhagische Partien in den Lungen aufgefunden (Versuch 2. und 11.). In anderen zeigten sich mehr oder minder ausgedehnte diffuse, fleckige Röthungen, nicht nur an der Oberfläche, sondern auch im Innern des Lungenparenchyms, denen übrigens besondere mikroskopische Befunde, etwaige reichere Ansammlungen von Milzbrandbacillen nicht entsprachen. Jedenfalls aber sind derartige Veränderungen keine nothwendige Begleiterscheinung des Lungenmilzbrandes, sondern die meisten Lungen der durch Inhalation getödteten Versuchsthiere zeigten das ganz hellfarbige Aussehen, wie es den Lungen der Mäuse und Meerschweinchen normaler Weise zukommt.

In einigen Fällen, und zwar kam dies ausschliesslich bei Mäusen zur Beobachtung, zeigte sich nun aber exquisite Pneumonie mit allen Kennzeichen einer solchen. Diese pneumonischen Reizerscheinungen waren ohne Zweifel durch zu starke Staubinhalation hervorgerufen. Auch Arnold beobachtete bei seinen Versuchen bei einer Gesammtzahl von 93 Versuchsthieren 19 mal (20,4 %) acute Pneumonien; davon kamen auf 77 Kaninchen 11 Erkrankungen (14,2 %), auf 16 Hunde 8 (50 %). Dabei muss freilich berücksichtigt werden, dass die Versuchsdauer meist eine lange, bei den Hunden sogar eine sehr lange (58 bis 479 Tage) gewesen ist. Die meisten Erkrankungen (bei 33 % der ausgeführten Inhalationen) lieferte dabei der Sandsteinstaub. Bezüglich der Entstehung dieser Pneumonien weist Arnold darauf hin, dass als unmittelbare Folge der Staubinhalation katarrhalische Entzündung der Bronchialschleimhaut von ihm erwiesen sei, deren Fortsetzung

auf das Lungengewebe zweifellos eine Entstehungsursache für die Pneumonien werden kann. Ausserdem aber könnten durch die Staubinhalation Bedingungen geschaffen werden, welche nicht nur für das Eindringen, sondern auch für die weitere Entwickelung specifischer Infectionsstoffe günstig sind. Damit stimmt, dass wir bei unseren Versuchen in den entzündlich veränderten Lungen häufig grössere Mengen von Bacterien (nicht Milzbrand) durch die Plattencultur nachweisen konnten.

Für die Entwickelung der Milzbrandinfection auf dem Lungenwege dagegen besitzt die pneumonische Reizung allerdings auch einen entschiedenen Einfluss, aber nicht etwa einen förderlichen, sondern im Gegentheil einen hemmenden. Dies geht aus den Versuchen 18, 19, 22 und 24 deutlich hervor. Der Befund an Milzbrandbacillen in den pneumonischen Lungen war stets ein weit geringerer als sonst, bei nicht pneumonischen Lungen. Die Bacillen konnten in der Regel nur durch Plattencultur überhaupt nachgewiesen werden, während die blosse mikroskopische Untersuchung nur sehr spärliche Ausbeute gab. Je ausgesprochener ferner die pneumonischen Erscheinungen waren, um so spärlicher wurde die Zahl der Milzbrandbacillen. Bei exquisiter Pneumonie (3. Versuch) wurden gar keine Bacillen mehr aufgefunden. Dagegen ergaben die Plattenculturen pneumonischer Lungen, wie erwähnt, sehr häufig die Anwesenheit andersartiger Bacterien in ziemlicher Menge, die entweder bei der Staubinhalation oder sonst durch die Athemluft zugeführt sein mochten, und deren Vermehrung die pneumonische Reizung verursacht oder wenigstens verstärkt haben konnte. Ob diese secundären Ansiedelungen etwa, im Sinne der bacterio-therapeutischen Versuche von Emmerich, Pawlowsky u. s. w. einen hemmenden Einfluss auf die Milzbrandbacillen ausüben können, oder ob der pneumonische Reizzustand der Lungen an sich, vielleicht wegen der Anwesenheit grösserer Mengen von Phagocyten, der Milzbrandinfection ungünstig ist, mag hier dahingestellt bleiben.

Jedenfalls ist es sonach ein Irrthum, wenn Flügge bei Erwähnung der in seinem Institut ausgeführten Versuche über die Passirbarkeit der Lungenoberfläche hervorhebt, dieselben

hätten kein positives Ergebnis gehabt, selbst dann nicht, wenn unter dem Einfluss wiederholter Injection von Bacterienflüssigkeit in die Trachea »krankhafte Veränderungen des Lungengewebes entstanden waren«. Nach unseren Erfahrungen über Milzbrandinfection durch die Lungen ist es klar, dass gerade dann kein Durchtritt durch die Lungenoberfläche zu Stande kommen wird, wenn stärkere, krankhafte, d. h. also zunächst Reizungserscheinungen erzeugt wurden.

f) Directe Beweise für die Lungeninfection.

In einer grossen Zahl der oben mitgetheilten Inhalationsversuche wurden die Mäuse in verschiedenen Zeiträumen (5½ bis 46 Stunden) nach beendeter Inhalation getödtet, um durch Untersuchung der Lungen und der Milz mittels Plattenculturen Anhaltspunkte über den Weg, auf welchem die Milzbrandbacillen in den Organismus eindringen und über die bereits eingetretene Verbreitung derselben im Organismus, bzw. im Blutkreislaufe, zu erlangen. Milz und Lungen sind die hauptsächlichsten Organe, in denen bei Mäusen die Milzbrandbacillen zur Entwickelung kommen; und zwar gleichviel, ob die Infection vom subcutanen Zellgewebe ausgeht, ob das Thier durch Fütterung oder durch Inhalation mit Milzbrand inficirt wird. Bei vollkommener Entwickelung des Milzbrandes, beim Tode des Thieres kann daher aus dem Befund an Milzbrandbacillen im einen oder andern Organ durchaus kein Schluss auf die Invasionspforte gezogen werden. Es kommen zwar Verschiedenheiten vor; das einemal kann mehr die Lunge, das anderemal mehr die Milz Hauptentwickelungsstätte der Milzbrandbacillen sein, allein mit der Invasionspforte hat dies, wie gesagt, nichts zu thun.

Dagegen durfte man erwarten, dass in einem früheren Stadium des sich entwickelnden Infectionsprocesses die Invasionsstätte allerdings durch Localisirung des Infectionserregers zu erkennen sei. Deshalb wurde in der bereits oben kurz erwähnten Weise vorgegangen. Die Thierchen wurden durch Chloroform getödtet, alsdann mit alkoholischer Sublimatlösung von aussen gründlich abgewaschen, wieder getrocknet, und dann mit sterilen Instru-

menten Lungen und Milz herausgenommen und in sterile Schälchen verbracht. Von den Lungen wurde jedesmal der eine Flügel abgetrennt und in Alkohol behufs mikroskopischer Untersuchung aufbewahrt; der andere aber wurde mit einer sterilen Scheere in sehr viele, 20—40 Stückchen zerschnitten, diese in verflüssigte 8 proc. Fleischpepton-Gelatine verbracht, letztere auf eine sterile Glasplatte ausgegossen und bei 22° C. cultivirt. Ebenso wurde die Milz in Stückchen (10—20) zerschnitten und mit Gelatine auf einer Platte ausgegossen.

Diese Methode bietet den grossen Vortheil, einen vollständigen Ueberblick über den Bacteriengehalt eines solchen Organes zu gewähren, der durch mikroskopische Untersuchung beinahe unmöglich zu gewinnen wäre. Wie die auf Taf. I Fig. 1 gegebene Abbildung zeigt, ist es sehr leicht, die in den Organstückchen zur Entwickelung kommenden Milzbrandcolonien zu erkennen und zu zählen, da dieselben fast immer über den Rand der Gewebsstückchen hervorragen. Dass etwa im Innern grösserer Gewebsstückchen Milzbrandkeime eingeschlossen bleiben können, die wegen mangelnder Sauerstoffzufuhr nicht zur Entwickelung gelangen, soll nicht geleugnet werden. Immerhin wird der hierdurch entstehende Fehler kein allzu grosser sein. Je kleiner die Stückchen sind, in welche das Gewebe zerlegt wurde, um so geringer wird dieser Fehler werden.

Ausser diesen, den Organstückchen entspriessenden Colonien kommen nun in der Regel auch andere zur Beobachtung, die zwischen den Gewebspartikeln liegen. Diese sind in den folgenden Tabellen als »freie« Colonien bezeichnet. Dieselben rühren von solchen Milzbrandkeimen her, die entweder im Blut grösserer Gefässe enthalten waren, oder die zufällig beim Zerschneiden des Gewebes freigelegt wurden und deshalb in der Gelatine sich vertheilen konnten.

In dieser Weise wurde im Verlaufe unserer Versuche bei 22 Inhalationsmäusen der Gang des Infectionsprocesses näher verfolgt und das Detail der Befunde festgestellt. In den Plattenculturen wurde zunächst die Zahl der mit Milzbrandcolonien besetzten Organstückchen gezählt; wir bezeichnen diese als

»inficirte Stückchen« gegenüber den »sterilen Stückchen«; ferner die Zahl der Milzbrandcolonien, die aus den inficirten Stückchen hervorwuchsen, und endlich die Zahl der freien Milzbrandcolonien.

Die Resultate sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Dieselben sind nach der Zeit geordnet, welche zwischen Inhalation und Tödtung verstrichen war.

Plattenculturen aus verschiedenen Zeiträumen nach der Inhalation.

Zeit der Tödtung nach der Einathmung in Stunden	Lungen				Milz			
	Zahl der inficirten Stückchen	Zahl der sterilen Stückchen	Colonien, aus Gewebe hervorwachsend	Freie Milzbrand-Colonien	Zahl der inficirten Stückchen	Zahl der sterilen Stückchen	Colonien, aus Gewebe hervorwachsend	Freie Milzbrand-Colonien
I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.
4	14	—	33	80	—	22	—	—
4	18	—	26	—	—	16	—	—
5½	1	12	1	—	—	8	—	—
5½	5	13	7	—	—	11	—	—
5½	16	29	22	3	—	10	—	2
5½	25	37	30	2	—	14	—	—
6	4	11	5	4	—	7	—	1
20	18	—	38	54	1	10	1	8
20	37	4	78	70	—	10	—	1
20	12	5	29	10	—	25	—	—
20	18	—	87	4000	—	12	—	—
21	20	2	38	—	1	13	1	2
21	15	3	35	13	—	14	—	—
21	27	—	29	11	—	22	—	—
22	16	4	21	7	—	21	—	3
24	20	—	26	200	—	22	—	—
27*	24	—	81	2000	8	3	36	57
29	19	1	44	5	12	3	24	1
29	11	1	26	8	—	10	—	1
30	12	—	56	120	—	9	—	—
31	10	2	23	20	—	9	—	12
46	16	—	66	4500	—	14	—	—

Das Resultat dieser 22 Versuche scheint entschieden für eine primäre Ansiedelung in der Lunge zu sprechen. Wenn man die Zahlen der II. und III. Columne vergleicht mit denen der VI. und VII., so zeigt sich, dass in fast allen Versuchen die Lungen

bereits ausserordentlich mit Milzbrand inficirt sind, während die Milz in fast allen Fällen sich als völlig frei von Milzbrandbacillen ergeben hat. Dieses Verhältnis wird vollkommen deutlich, wenn man die aus den erwähnten Columnen berechneten Mittelzahlen einander gegenüber stellt. Es ergibt sich folgendes:

	Lungen	Milz
Gewebsstückchen mit Milzbrandcolonien	16,3	1,0
Sterile Gewebsstückchen	5,6	12,9

Demnach war für die Lungen die Zahl derjenigen Stückchen, aus denen Milzbrandcolonien hervorwucherten, im Durchschnitt etwa 3mal grösser als diejenige der sterilen Stückchen, während für die Milz die sterilen Stückchen etwa um das 13fache die anderen übertrafen.

Betrachtet man ferner die Versuche vom zeitlichen Gesichtspunkte aus, so ergibt sich im grossen und ganzen eine Zunahme der inficirten Lungenstückchen in den späteren Zeitabschnitten nach der Inhalation, d. h. also ein Anwachsen der Lungeninfection, eine dort stattfindende Vermehrung der Milzbrandbacterien, während in der Milz eine Zunahme zwar auch in einzelnen Versuchen hervortritt, aber im ganzen doch weit geringer ist. Auf einzelne Versuche darf man bei derartigen Betrachtungen sich natürlich nicht stützen. Es gibt immer, wie gerade die Tabelle zeigt, Verschiedenheiten, und die Infection verläuft nicht in jedem Falle gleich rasch und überhaupt in ganz der nämlichen Weise. Allein Durchschnittszahlen dürfen immerhin einigen Werth beanspruchen.

Berechnet man also die Mittel aus denjenigen Versuchen, bei denen weniger als 20 Stunden seit der Inhalation, und anderseits bei denen mehr als 20 Stunden verstrichen waren, so ergibt sich folgendes:

	Lungen	Milz
Frühere Zeiträume:		
Inficirte Gewebsstückchen . .	11,9	—
Sterile „ . .	14,6	12,6
Spätere Zeiträume:		
Inficirte Gewebsstückchen . .	18,3	1,5
Sterile „ . .	1,5	13,1.

Die gewaltige Zunahme des Infectionsprocesses in den Lungen für die späteren Zeiträume gegenüber dem geringfügigen Anwachsen der Milzinfection erhellt aus diesen Zahlen ohne weiteres. Es ist jedoch leider nicht an dem, dass hieraus ein bestimmter Schluss mit Rücksicht auf die gestellte Frage gezogen werden könnte. Controlversuche mit subcutaner Milzbrandinfection haben uns nämlich bewiesen, dass bei Mäusen unter Umständen auch bei diesem Infectionsmodus die Lungencapillaren die erste und vorwiegende Vermehrungsstätte der Milzbrandbacterien gegenüber der Milz darstellen können. Sohin würde es mindestens einer grossen Zahl vergleichender Versuche mit Lungen- und subcutaner Infection bedürfen, um auf diese Weise, gleichsam statistisch, die aufgestellte Frage zu beantworten.

Deshalb wurde eine andere Art des Vorgehens gewählt. Eine Anzahl Mäuse wurde subcutan mit Milzbrandsporen inficirt, hierauf schon nach 5—6 Stunden getödtet und mittels Plattencultur bezüglich des Vorhandenseins von Milzbrandbacterien in Lungen und Milz untersucht. Die Resultate gibt folgende Tabelle. Zum Vergleich sind darunter die Zahlen für ebenso viele, nach der Inhalation in 4—6 Stunden getödtete Mäuse aus der vorigen Tabelle wieder hergesetzt.

Plattenculturen nach subcutaner Impfung.

Zeit der Tödtung nach der Impfung in Stunden	Lungen				Milz			
	Inficirte Stückchen	Sterile Stückchen	Colonien aus Stückchen	Freie Milzbrand-Colonien	Inficirte Stückchen	Sterile Stückchen	Colonien aus Stückchen	Freie Milzbrand-Colonien
$5^1/_2$	—	24	—	—	—	8	—	—
$5^1/_2$	—	28	—	—	—	7	—	—
$5^1/_2$	—	19	—	—	—	14	—	—
$6^1/_2$	—	26	—	—	—	10	—	—
$6^1/_2$	—	21	—	—	—	12	—	—
$6^1/_2$	—	25	—	—	—	8	—	—

Plattenculturen nach Inhalation.

Zeit der Tödtung nach der Inhalation in Stunden	Lungen				Milz			
	Inficirte Stückchen	Sterile Stückchen	Colonien aus Stückchen	Freie Milzbrand-Colonien	Inficirte Stückchen	Sterile Stückchen	Colonien aus Stückchen	Freie Milzbrand-Colonien
4	14	—	33	80	—	22	—	—
4	18	—	26	—	—	16	—	—
5½	5	13	7	—	—	11	—	—
5½	16	29	22	3	—	10	—	—
5½	25	37	30	2	—	14	—	—
6	4	11	5	4	—	7	—	—

Das einfache Ergebnis dieser Versuche mit subcutaner Impfung ist, dass in so früher Zeit überhaupt noch keine Milzbrand-Sporen oder -Bacillen in innere Organe, Lungen und Milz, verschleppt sind. Bei den Inhalations-Mäusen ist dies für die Milz ebenfalls der Fall; aber die Lungen sind meist bereits reichlich inficirt. Alles, was hier in diesem letzteren Organ an Milzbrandkeimen nachgewiesen wird, muss somit direct von der Inhalation herrühren. Dies einmal zugegeben, so wäre es höchst unwahrscheinlich, wenn jemand das oben nachgewiesene Anwachsen der Lungeninfection für die späteren Zeiträume, 20 bis 30 Stunden nach der Inhalation, nicht von den inhalirten Milzbrandbacterien, sondern von anderen ableiten wollte, die etwa vom Darm aus in den Organismus eingedrungen seien.

Und doch wäre bei skeptischer Betrachtung ein derartiger Einwand möglich. Die Schwierigkeit liegt eben darin, dass bei den Plattenculturen der eigentliche Sitz und Ausgangspunkt der sich entwickelnden Milzbrandcolonien durchaus nicht mit absoluter Sicherheit ermittelt werden kann. Es wäre schliesslich sogar denkbar, dass in den Versuchen mit frühzeitiger Tödtung alle die aus den Lungenstückchen hervorwachsenden Milzbrandcolonien nicht von Keimen ausgingen, die in den Alveolen abgelagert oder bereits in Lymph- oder Blutbahnen übergetreten waren, sondern dass es sich nur um Milzbrandsporen handelte, die in

den Bronchien und Bronchiolen bei der Einathmung haften geblieben waren. Es ist beim Zerschneiden der Lungen eines so kleinen Thierchens selbstverständlich unmöglich, die Bronchien und Bronchiolen von dem Lungenparenchym abzusondern.

Deshalb bleibt als letzter Ausweg schliesslich nur der directe mikroskopische Nachweis für die Infection auf dem Athmungswege übrig. Dieser Weg ist relativ leicht zu beschreiten, wenn es sich, wie bei Injection von Milzbrandbacillen in die Trachea (Versuche von Muskatblüth) um massenhaften Durchtritt durch die Lunge handelt. Dagegen ist die Aufgabe eine schwierige bei der Inhalation unter normalen Bedingungen, wobei stets nur sehr geringe Sporenmengen in die Lungen aufgenommen und in unbekannten Abschnitten derselben abgelagert werden. Die Schwierigkeit liegt hier nicht nur darin, dass zahllose Schnitte durchmustert werden müssen, um die einzelnen Bacillen, um die es sich bei einer erst beginnenden Infection handelt, aufzufinden, sondern vor allem auch darin, dass das betreffende Versuchsthier gerade im richtigen Zeitpunkt nach der Einathmung getödtet sein muss. Einerseits müssen die eingeathmeten Milzbrandsporen bereits ausgekeimt und zu Stäbchen ausgewachsen sein, da sie sonst sich nicht färben und der Untersuchung entgehen. Anderseits darf die Infection noch nicht jenseits der Lungenoberfläche im Blute angelangt sein, da sonst der Einwand bliebe, dass das, was man findet, nicht als primäre Ablagerung in der Lunge, sondern als eine secundäre Ansiedelung auf Grund einer in irgend einem anderen Organe vorhergangenen Vegetation betrachtet werden müsse.

Trotz dieser Schwierigkeiten ist es gelungen, beweisende Präparate zu erlangen, von denen eines der beweiskräftigsten auf Taf. I Fig. 2 sich abgebildet findet. Es entstammt dasselbe einem Lungenschnitt von einer Maus, die 20 Stunden nach der Einathmung von Kohlen-Sporenstaub, in anscheinend vollem Wohlbefinden durch Chloroform getödtet wurde. Die Plattenculturen der Milz ergaben in diesem Falle gar keine Colonien; es kann sich somit unmöglich um eine Verschleppung der Milzbrandbacillen von der Milz in die Lunge handeln. Anderseits aber

fanden sich nun in den mit Gentianaviolett und Pikrinsäure gefärbten Lungenschnitten nur an zwei Stellen engbegrenzte Ansammlungen von je 15 bis 20 Milzbrandbacillen, und zwar auf der Alveolarwand aufgelagert und in verschiedenen Schichten derselben steckend. Die eine dieser Ansammlungen ist es, welche die Fig. 2 wiedergibt. Die andere Ansammlung, welche im gleichen Schnitt in unmittelbarer Nähe vorgefunden wurde, ist an sich noch beweiskräftiger, weil die Milzbrandbacillen hier in sehr verschiedenen Tiefen in der Alveolarwand stecken. Eben darum eignet sich dieses Object jedoch nicht zur Abbildung, weil es ja nur möglich wäre, die Sache in einer Ebene darzustellen. Bei dieser zweiten Ansammlung findet sich ferner auch am Alveolarrand ein deutliches Kohlenfragment lagernd vor, das mit grösster Wahrscheinlichkeit als Träger der betreffenden Milzbrandspore, welche die Infection bewirkt hatte, aufgefasst werden darf.

Von der auf Taf. I Fig. 2 abgebildeten Ansammlung von Milzbrandbacillen ist zunächst sicher, dass es sich nicht um ein Vorkommen in einer Blutcapillare handelt, sondern die Bacillen liegen frei, nicht in Zellen eingeschlossen, auf dem Grund einer Alveole; einige davon stecken etwas tiefer in minimalen Ausbuchtungen, die wahrscheinlich dem Anfang von Saftkanälchen entsprechen. Jedenfalls, und das ist absolut sicher, können diese Bacillen nur von eingeathmeten Sporen herstammen, die ausgekeimt sind und ihre Vegetation begonnen haben. Da ein vollkommen trockener Staub zur Inhalation diente, so können keine lebenden Stäbchen eingeathmet sein. Im ganzen Capillarsystem sind ferner, wie die Durchmusterung der übrigen Schnitte der gleichen Lunge ergab, keine Milzbrandbacillen nachzuweisen. Die aufgefundenen Bacillen können somit nicht secundär von der Blutbahn her in die Alveole verschleppt sein. Dass letzteres nicht der Fall ist, beweist übrigens auch die Anordnung und ferner der Umstand, dass bei der zweiten, vorhin erwähnten Bacillenansammlung sogar der Kohlensplitter an der Alveolarwand haftend wahrzunehmen ist, der offenbar als Träger der betreffenden Milzbrandspore bei der Inhalation aufzufassen ist.

Man könnte schliesslich noch fragen, weshalb denn die Milzbrandbacillen in den soeben geschilderten Präparaten nicht in Zellen eingeschlossen vorgefunden wurden, wie es doch bei den Versuchen Muskatblüth's meist der Fall war, und wie es sonst bei inhalirten Staubtheilchen regelmässig vorkommt. Auch bei den neuen, unter Leitung Ribbert's angestellten Untersuchungen von Lähr mit Injection von Staphyloccus-Culturen in die Lungen wurde eine vollständige Aufnahme aller Staphylococcuszellen durch Phagocyten beobachtet. Immerhin ist dieses Eingeschlossenwerden auch bei leblosen, inhalirten Stäubchen keineswegs ausnahmslose Regel, wie besonders Arnold hervorhebt. Ferner aber erblicken wir gerade in dem Nichteinschlusse in Zellen einen Beleg dafür, dass die Milzbrandbacillen, welche wir in unseren Präparaten aufgefunden haben, im Begriffe sind, den Infectionsprocess einzuleiten und das Thier zu tödten, während eingeschlossene Milzbrandbacillen ebenso wie eingeschlossene Staphylococcuszellen (Versuche von Lähr) wohl in der Regel dem Untergange geweiht sind. Auch in unseren Versuchen mag vielleicht ein Theil der inhalirten Sporen alsbald nach der Einathmung von Zellen aufgenommen und auf diese Weise beseitigt worden sein. Ein anderer Theil aber entgeht diesem Schicksal, vermag auszukeimen, und die gebildeten Bacillen vermögen sich zu vermehren und den Infectionsprocess einzuleiten. Je virulenter ein Milzbrandstäbchen mit Rücksicht auf den betreffenden Organismus ist, um so weniger besteht die Aussicht, dasselbe durch Aufnahme von Seite eines Phagocyten beseitigt zu sehen. Das lehren gerade die Beobachtungen von Metschnikoff, der nur beim immunisirten Kaninchen das Auffressen und Verdauen von Milzbrandbacillen beobachtete. Wenn nun, wie bei den Versuchen von Muskatblüth, grössere Mengen von Milzbrandbacillen in die Lungen eingebracht werden, so werden stets sehr viele Stäbchen darunter sein, die sich im Innern des Organismus nicht genügend lebenskräftig, nicht genügend virulent erweisen. Diese werden daher von Phagocyten aufgefressen werden können. Umgekehrt aber wird man nicht erwarten dürfen, Milzbrandbacillen, die sich im Körper eines der Infection zugänglichen Thieres bereits vermehrt haben

und die im Begriffe sind, sich weiter zu vermehren, in Zellen eingeschlossen zu finden; ebenso wenig als sich in einer Milzbrandleiche die Bacillen in Zellen eingeschlossen zeigen.

Mit den bisherigen Darlegungen darf die gestellte Aufgabe in Bezug auf die Milzbrandsporen sohin als gelöst betrachtet werden. Wir dürfen behaupten, dass diese Sporen resp. die aus ihnen hervorgehenden Bacillen im Stande sind, die Lungenoberfläche ohne irgend welche mechanische Verletzungen zu passiren und alsdann im Blute und in inneren Organen Vegetationen zu erzeugen.

Aus unseren bisherigen Erfahrungen kann aber nicht entnommen werden, an welchen Stellen, ob etwa nur durch Vermittelung der Lymphbahnen und der Bronchialdrüsen, oder ob auf directerem Wege der Uebertritt in die Blutbahn möglich sei. Ebenso fragt es sich, inwieweit die hier geschilderten Verhältnisse etwa auch für andere pathogene Bacterien Geltung haben. In beiden Richtungen wird die Fortsetzung dieser Untersuchungen geeignet sein, weiteres Material zur Beantwortung herbeizuschaffen.

III. Inhalation von nass-zerstäubten Milzbrand-Sporen und -Stäbchen und von Hühnercholerabacillen.

Von

H. Buchner und **E. Enderlen.**

Bei Zerstäubung bacterienhaltiger Flüssigkeiten entsteht ein feiner Nebel, dessen Theilchen die anhaftenden Keime bis in die Alveolen zu transportiren im Stande sind. Das ergab sich bereits aus den früheren Untersuchungen mehrerer Forscher über die Inhalation zerstäubter phthisischer Sputa, besonders aber aus den oben citirten Experimenten Koch's über Inhalation zerstäubter Reinculturen von Tuberkelbacillen. Somit lag es nahe, die im vorigen Abschnitt geschilderten Untersuchungen mit Anwendung von nasser Zerstäubung fortzusetzen. Die umständliche Be-

reitung des infectiösen Staubes entfällt hier völlig, namentlich aber das scharfe Trocknen, welches nur von ächten Sporen ohne Nachtheil ertragen wird. Bei Zerstäubung auf nassem Wege können dagegen, wie die Versuche zeigen werden, ebensogut Milzbrandstäbchen oder Hühnercholerabacillen oder andere, durch Austrocknung leicht zu tödtende Bacterienarten zur Anwendung kommen. Um sichere Resultate zu erlangen, war es nur nöthig, die gewöhnliche Methode der Zerstäubung durch einen Kunstgriff zu verbessern, der im folgenden beschrieben werden soll.

a) Methode der Zerstäubung und Inhalation.

Werden Versuchsthiere direct einem stärkeren Spray ausgesetzt, so ist eine gründliche Benetzung und Durchnässung derselben unvermeidlich, wenn nicht der Raum, in welchem die Thiere verweilen, eine bedeutende Grösse besitzt. Die Benetzung ist aber nicht nur unangenehm, sondern auch direct schädlich für die Versuchsthiere, weil die Wärmeverluste bei durchnässtem Pelz abnormal gross werden. Mäuse können infolge dessen zu Grunde gehen. Ferner aber kann die Benetzung der äusseren Nasenöffnungen den Eintritt für schwebende Stäubchen erschweren und dadurch dem Versuchszweck nachtheilig werden.

Nun besteht jeder Spray aus gröberen und feineren Theilen, aus relativ grossen Tröpfchen und aus feinen und feinsten Tröpfchen und Nebelbläschen. Nur die letzteren, die feinsten Antheile haben aber für unseren Zweck eine Bedeutung. Es handelt sich also darum, die groben Theile abzufangen und nur die feinsten zur Verwendung zu bringen. Dies geschieht dadurch, dass man den Spray in einem besonderen Gefäss, z. B. einer doppelhalsigen grösseren Wulff'schen Flasche (Fig. 3) entwickelt. Der Spray wird erzeugt durch einen gewöhnlichen feineren Zerstäubungsapparat, zwei auf einander senkrecht stehende zugespitzte Glasröhrchen, welche nahe dem Boden der Wulff'schen Flasche so angebracht sind, dass der Spray, nicht wie gewöhnlich, horizontal, sondern nach oben sich entwickelt. Die Wulff'sche Flasche ist unten abgeschnitten und auf ein Blechgefäss *b* aufgesetzt, mit

dem sie durch das ringförmige Gummiband *g* luftdicht verbunden wird. Durch den einen Hals der Wulff'schen Flasche *a* treten zwei Gummischläuche, von denen der eine *l* die Pressionsluft dem Zerstäuber zuführt, während der andere, mit Trichter versehene, für erneute Zugabe von Zerstäubungsflüssigkeit während des Versuches bestimmt ist.



Fig. 3.

Setzt man den Spray in Gang, so dringt aus dem zweiten Hals der Wulff'schen Flasche (*c*) durch das dort angesetzte, doppelt gebogene Glasrohr ein e n o r m f e i n e r, von allen gröberen Antheilen des Spray absolut freier N e b e l in den Athemraum *k*. Man kann sich von der Existenz und Feinheit dieses Nebels überzeugen, wenn man das doppelt gebogene Glasrohr von seiner Verbindung mit dem Athemraum löst und den Nebel, der natürlich in diesem Falle nur aus reinem Wasser bestehen darf, in's Freie gehen lässt. Bei günstiger Beleuchtung, am besten bei schräg auffallendem Sonnenlicht sieht man dann eine Art von

feinem Wasserdampf aus dem Rohr hervorkommen, solange der Spray in Wirksamkeit bleibt und sogar noch einige Augenblicke nachher. Dieser Nebel ist so leicht, dass ihn die leisesten Luftströmungen in die Höhe tragen, was sich bei Sonnenbeleuchtung sehr gut beobachten lässt. Die Tendenz seiner Theilchen zum Niedersinken und Ablagern ist so gering, dass man diesen Nebel, wie etwa Cigarrenrauch, durch einen mehrere Meter langen Gummischlauch bei mässiger Luftgeschwindigkeit hindurchleiten kann. Wenn statt der nach abwärts gekrümmten Glasröhre eine mehrfach U-förmig gebogene, schliesslich nach oben geöffnete an die Wulff'sche Flasche angesetzt wird, so wandert auch durch diese der Nebel mit grösster Leichtigkeit, und verbreitet und vertheilt sich nach oben.

In physikalischer Hinsicht zeigt also dieser Nebel Analogie mit condensirten Wasserdämpfen, und deshalb ist es gerechtfertigt, denselben als ein Aggregat, nicht von minimalen Tröpfchen, sondern von Wasserbläschen zu betrachten, die mit Luft gefüllt sind. Dahin weist die grosse Schwebungsfähigkeit, die bei Tröpfchen wohl nur dann möglich wäre, wenn diese eine ausserordentliche Kleinheit besässen, bei der auch eine Summe solcher Tröpfchen für das blosse Auge als Nebel nicht mehr wahrnehmbar sein könnte. Allerdings waren wir nicht im Stande, durch directe mikroskopische Untersuchungen den Bläschencharakter zu bestätigen. Versuche, den Nebel etwa auf einem Objectträger aufzufangen und sofort unter das Mikroskop zu bringen, scheiterten an der stets eintretenden sofortigen Verdunstung.

Es war nun zunächst die Frage zu entscheiden, ob dieser feine Nebel überhaupt im Stande sei, mitgerissene Bacterien zu transportiren. Wenn es sich um kleinste Bläschen handelt, wäre die Annahme denkbar, dass in der ausserordentlich dünnen Wandung eines solchen Bläschens keine suspendirten festen Objecte mehr Platz finden können, ohne eine sofortige Gleichgewichtsstörung, ein sofortiges Platzen und somit eine Zerstörung des Bläschens zu bewirken. Indess widersprachen dieser Annahme die wohlbekannten Versuche von Aitken, denen zufolge gerade

die in der Luft schwebenden Staubkörperchen es sind, an welche bei eintretender Condensation der Wasserdämpfe das Wasser in Form von Nebelbläschen sich anlagert, während eine absolut staubfreie Luft zur Erzeugung von Nebel sich ungeeignet erweist. Diese Thatsache liess von vorneherein erwarten, dass auch in unseren Nebelbläschen feste minimale Körperchen eingeschlossen sein könnten; es schien aber doch nöthig, durch einen Vorversuch diese Frage zu entscheiden.

Es wurden zu diesem Zweck in Wasser suspendirte Reinculturen von Bacterien zerstäubt und der feine Antheil des Spray's, den wir hinfort als »Spray-Nebel« bezeichnen wollen, in eine grössere Glasglocke geleitet, auf deren Boden frisch ausgegossene Platten von steriler Nährgelatine sich befanden. Wenn auch nur für die Dauer von 2 Minuten die Platten dem Spraynebel exponirt waren, so entwickelten sich dennoch auf denselben nach 2—3 Tagen viele Tausende von Colonien der betreffenden Bacterienart, welche durch den Sprayapparat zerstäubt worden war. Die Vertheilung dieser Colonien über die Platten war eine ganz gleichmässige, was ein gleichmässiges Niedersinken des Spraynebels in der ruhenden Luft der Glocke beweist, gerade so wie ja auch Cigarrenrauch in einer verschlossenen Flasche allmählich zu Boden sinkt und sich am Grunde ablagert.

Diese Versuche wurden nach einander mit vier verschiedenen Bacterienarten wiederholt, um zu sehen, ob verschiedene morphologische und biologische Eigenschaften und Zustände von Bacterien hierin keinen Unterschied bedingen; es ergab sich indess, dass dies durchaus nicht der Fall ist. Es wurden angewendet:

1. Milzbrandsporen;
2. eine Art von Heubacillen, und zwar ausschliesslich Stäbchen, keine Sporen;
3. Typhusbacillen;
4. Choleravibrionen.

Von vorneherein durfte, namentlich bei dem letzten Object, den Choleravibrionen, der berechtigte Zweifel gehegt werden, ob dieselben nicht, nach erfolgter Ablagerung auf der Gelatineplatte, durch vorzeitige Austrocknung an der weiteren Ent-

wickelung verhindert werden würden. Das war indess nicht der Fall [1]).

Durch diese Vorversuche war also bestätigt, dass der Spraynebel einer zerstäubten Bacterienflüssigkeit eine grosse Menge von Bacterien mit sich transportirt. Aller Wahrscheinlichkeit nach steht die Menge derselben zur Gesammtmenge der in der zerstäubten Bacterienflüssigkeit überhaupt enthaltenen Keime im nämlichen Verhältnis, wie die Quantität des Spraynebels zur Gesammtquantität der zerstäubten Flüssigkeit. Man braucht also nur das letztere Verhältnis zu bestimmen, man braucht nur zu ermitteln, ein wie grosser Bruchtheil der im Gesammtspray zerstäubten Flüssigkeit in die Form des transportfähigen Spraynebels übergeht, um ein Urtheil über die Menge der in die Luft übergeführten Bacterien zu erhalten. In der That ist es sehr wichtig, dieses Verhältnis kennen zu lernen, weil ja nur der Spraynebel in den Inhalationsraum der Thiere eintritt, und weil daher ausschliesslich die Menge des Spraynebels die für den Versuch in Betracht kommende Quantität von zerstäubter Bacterienflüssigkeit darstellt, während die groben Antheile des Spray ausgeschaltet sind und daher gänzlich ausser Betracht bleiben.

Der Quantität nach stellt nun der Spraynebel nur einen sehr geringen Bruchtheil der zerstäubten Flüssigkeit dar. Wir haben

1) Diese Erscheinung erklärt sich vielleicht durch ein besonders genaues Anschmiegen und eine sehr innige Berührung der Keime mit der Gelatinefläche, die durch das transportirende, zuletzt verdunstende Nebelbläschen bedingt sein dürfte. Würden die isolirten Keime auf die Gelatinefläche nur einfach hinauffallen, so wäre die Adhäsion eine weit geringere. So aber wirkt das transportirende Wasserbläschen auch günstig für das Anschmiegen. Denn man kann immer beobachten, dass suspendirte oder gar gelöste Körper, die beim Verdunsten einer Flüssigkeit auf fester Unterlage zurückbleiben, dort sehr viel fester adhäriren, als wenn sie in trockenem Zustand auf die Unterlage aufgefallen sind. Dies ist der Fall bei ganz unlöslichen, starren Theilchen, wie z. B. Holzkohlenpulver, Gips u. s. w.; um wie viel mehr muss die gleiche Erscheinung bei dem biegsamen, relativ weichen Bacterienkörper sich geltend machen. Die festere Adhäsion und innigere Berührung von Keimen, die durch Nebelbläschen transportirt sind, dürfte deshalb auch für das Gelingen einer Ansteckung unter Umständen von Belang sein können.

darüber wiederholte Bestimmungen angestellt, indem der Spraynebel unter Vermeidung aller Verluste, in ein mit hydrophiler Gaze ausgestopftes Becherglas geleitet, und dieses vor dem Versuche und sofort nach Beendigung desselben gewogen wurde. Das Mittel der ausgeführten Bestimmungen ergab für unsern Apparat: 0,5 % der zerstäubten Flüssigkeitsmenge; d. h. wenn im ganzen 100 ccm mittels des Sprayapparates zerstäubt wurden, so traten nur 0,5 ccm als Spraynebel in den Inhalationsraum über.

Diese Bestimmungen gestatteten erst, über die, zu einer erfolgreichen Infection auf dem Athemwege erforderlichen geringen Quantitäten von Keimen eine richtige Vorstellung sich zu bilden. Des weiteren bekamen wir nur auf diese Weise einen sicheren Anhaltspunkt dafür, wie viel bei den Controlfütterungsversuchen an die betreffenden Thiere zu verfüttern war. Da nur der Spraynebel in den Inhalationsraum drang, konnte höchstens so viel als dessen Quantität betrug, von den Thieren verschluckt sein. Folglich war es bei den Controlfütterungsversuchen nur nöthig, eine der Quantität des Spraynebels entsprechende Menge von Bacterienflüssigkeit zu verfüttern. Um jeden Irrthum möglichst auszuschliessen, wurde zu den Fütterungen übrigens stets die nämliche Bacterienflüssigkeit verwendet, die gleichzeitig zum Inhalationsversuch diente.

Durch dieses genaue Verfahren allein war es möglich, auch bei Hühnercholera, die für Kaninchen und Mäuse bekanntlich vom Darmkanal aus stark inficirend wirkt, den Beweis zu liefern, dass die infolge der Inhalation erlegenen Thiere nicht durch verschluckte Bacillen inficirt sein konnten. Wenn die verfütterte Menge unter eine gewisse Grösse herabsinkt, dann bleiben eben auch Hühnercholerabacillen vom Darmkanale aus wirkungslos, während sich anderseits zeigt, dass so geringe Mengen, wenn sie in Form eines Spraynebels von den Thieren eingeathmet werden, im Stande sind, dieselben mit Sicherheit zu inficiren.

Zu erwähnen ist noch für die Inhalationsversuche, dass die Thiere stets nur ein einzigesmal, in der Dauer von ¼ bis 1 Stunde einathmeten. Die Thiere befanden sich hierbei in einem

grossen, 50 l fassenden Blechkessel (Fig. 3 *k*), auf dessen Grund, einige Centimeter über dem Boden, ein Drahtgitter angebracht war. Den Verschluss dieses Kessels bildete ein oben aufgelegter Deckel mit grosser, eingekitteter Glasscheibe, um durch diese die Thiere beobachten zu können. Am Rande dieses Deckels, rings herum, konnte die eingeblasene Luft wieder entweichen, weshalb beim Versuch dieser ganze Rand mit einer mehrfachen Lage von Watte umgeben werden muss, die mit mehreren Flanell-Rollbinden befestigt wird. Die durchtretende Luft wird durch diese Wattelagen filtrirt und von den darin befindlichen schwebenden Bacterien sicher befreit. Nach beendeter Inhalation fühlten sich die Thiere jedesmal ganz trocken an; dieselben kamen sofort in einen Isolirkäfig und wurden gut verpflegt. Der Apparat wurde stets sogleich auseinandergenommen und in allen seinen Theilen mit Sublimatlösung desinficirt.

b) Inhalation von Milzbrandsporen und zugehörige Controlfütterungsversuche.

26. Versuch.

8. December 1887. Inhalation. Von einer schief erstarrten Agarröhre werden die Milzbrandsporen zur Hälfte abgestreift und in 12 ccm Wasser suspendirt [1]). Diese werden völlig zerstäubt in 10 Minuten. Im Athemraum 2 Meerschweinchen. — Nach 3½ Tagen finden sich beide Meerschweinchen todt. — Die Lungen zeigen sich ganz normal bis auf einige diffuse röthliche Flecken bei dem einen Thier. Der Darmkanal erscheint bei beiden intact. Mikroskopisch finden sich in Milz und Lungen beider Thiere ausserordentlich reichlich Milzbrandbacillen.

27. Versuch.

20. Dezember 1887. Inhalation. Der Inhalt von 2 schief erstarrten Agarröhren mit R. C. von Milzbrandsporen wird abgestreift und in 50 ccm Wasser suspendirt. Hiervon 42 ccm zerstäubt während 40 Min. Im Athemraum 6 Meerschweinchen. — Am folgenden Tage sind alle 6 Thierchen munter, am zweiten Tage von Mittags an erscheinen dieselben ruhiger. 2 davon erliegen

1) Die Cultivirung der Milzbrandsporen geschah, wie bei den früheren Versuchen, durch Aufstreichen von Milzsubstanz eines milzbrandigen Thieres auf Fleischwasser-Agar (ohne Pepton) und zweitägiges Verweilen bei 37 ° C. Auf dieser Agar wachsen die Milzbrandbacillen vollkommen zu Sporen aus, und man erhält eine reine Sporenmasse mit nur ganz vereinzelten Stäbchen.

nach 48 Stunden, die 4 übrigen nach 60 Stunden, sämmtliche an eclatantem Milzbrand. Die Lungen sämmtlicher 6 Thiere erwiesen sich makroskopisch normal, enthielten jedoch mikroskopisch, ebenso wie die Milz, massenhaft Milzbrandbacillen. Der Darmkanal zeigte sich überall intact.

Dass die Thiere in diesen beiden Versuchen, Nr. 26 und 27, infolge von Inhalation und nicht etwa durch verschluckte Milzbrandsporen inficirt worden sind, daran konnte nach den früheren, mit trockenem Milzbrand-Sporenstaub angestellten Fütterungsversuchen wohl kein Zweifel sein. Meerschweinchen sind durch Fütterung von Milzbrandsporen nur bei Verwendung grösserer Mengen zu inficiren. Entsprechend der Quantität des Spraynebels hätten aber in diesen beiden Versuchen nur geringe Mengen der Sporenflüssigkeit zur Controle verfüttert werden müssen, nämlich in Versuch 26 nur 0,06 ccm = 1 Tropfen (0,5 % der zerstäubten Gesammtmenge) an 2 Meerschweinchen und in Versuch 27 nur 0,21 ccm = 3 bis 4 Tropfen an 6 Meerschweinchen. Dass so geringe Mengen auf dem Verdauungswege absolut wirkungslos bleiben, stand nach unseren bisherigen Erfahrungen fest und wird auch durch den unten folgenden Controlfütterungsversuch Nr. 31 wieder bestätigt.

Dagegen bot es mehr Interesse, die Grenze aufzusuchen, wo auch die Fütterung von Milzbrandsporen tödtliche Infection bewirkt. Um dies zu erreichen, verfütterten wir nicht die der Quantität des Spraynebels im vorigen Versuch entsprechende, sondern die 300fache Menge im folgenden Versuch.

28. Versuch.

21. December 1887. Fütterung mit maximalen Mengen. Der Inhalt von 2 schief erstarrten Agarröhren mit R. C. von Milzbrandsporen (die nämlichen wie in Versuch 27) wird abgestreift, in 50 ccm Wasser suspendirt und einem Gelbrübenbrei zugemischt, der an 4 Meerschweinchen sofort völlig verfüttert wird. — In der Nacht vom 4. bis 5. Tag erliegen drei der gefütterten Thiere an Milzbrand, das 4. bleibt dauernd munter. Die Section ergab bei diesen durch Darmmilzbrand getödteten Thieren merkwürdigerweise im Darmkanal keine besonders auffälligen makroskopischen Veränderungen, keine gröberen Hämorrhagien, wohl aber stellenweise auffällig starke Injection der Darmwand. Mikroskopisch aber war dieser Darmmilzbrand dadurch charakterisirt, dass sich im Dünndarminhalt überall reichliche Milzbrandbacillen, zunächst mikroskopisch und dann durch

Plattencultur nachweisen liessen. Hier fand sich also gerade das, wonach bei den früheren Versuchen mit trockener Sporeninhalation vergeblich gesucht worden war, nämlich die Milzbrandbacillen im Darminhalt. Die Lungen dieser Thiere zeigten an verschiedenen Stellen diffuse Röthung und einige diffuse, dunkelrothe Partien, waren jedoch im übrigen normal. Mikroskopisch enthielten die Lungen, ebenso wie die Milz, massenhaft Milzbrandbacillen.

Dieser Versuch erscheint uns besonders lehrreich, da derselbe über die zur Erzeugung von Darmmilzbrand bei Meerschweinchen nöthige Sporenquantität einen ziemlich genauen Aufschluss liefert. Drei Thiere erlagen in der Nacht vom 4. bis 5. Tag, also volle 2 Tage später, als die Inhalationsthiere vom correspondirenden Versuch 27, welche theils am Ende des 2. Tages, theils vom 2. bis 3. Tag erlegen waren. Das vierte Fütterungsthier blieb am Leben. Wir sind also ziemlich an der gesuchten Grenze angelangt, nnd man kann auf Grund dieses Versuches sagen, dass die Verfütterung einer halben (schief erstarrten) Agarröhre voll Milzbrandsporen ein kräftiges Meerschweinchen wahrscheinlich erfolgreich inficiren wird. Auf dem Inhalationswege aber genügt schon eine 300fach geringere Sporenmenge, um diesen Effect mit Sicherheit und in der Hälfte der Zeit herbeizuführen.

Besondere Wichtigkeit besitzt ferner der Sectionsbefund in diesem Falle. Derselbe muss uns, im Gegensatze zu der allgemein verbreiteten Anschauung davor warnen, zu glauben, dass die Invasionspforte bei Milzbrand immer durch einen makroskopischen Befund charakterisirt sein müsse. Sahen wir schon in den allermeisten der bisher mitgetheilten Versuche über Lungeninfection, dass gar keine makroskopischen Veränderungen in den Athemorganen zu Stande kommen, so zeigt dieser Fall nun, dass auch, bei Meerschweinchen wenigstens, Darminfection ohne jede gröbere anatomische Veränderung der Darmwand zu Stande kommen kann. Nur der Befund von Milzbrandbacillen im Darminhalt bleibt dann dem Fütterungsmilzbrand eigenthümlich. Der nächste Versuch war dazu bestimmt, die untere Grenze für die zur Infection auf dem Athemwege erforderliche Menge von Milzbrandsporen festzustellen.

29. Versuch.

2. Januar 1888. Inhalation mit minimalen Mengen. Von einer Sporencultur auf Agar wurde nur so viel in Wasser suspendirt, dass dieses schwach opalisirte. Hiervon wurden 42 ccm zerstäubt während 30 Minuten Im Athemraum befanden sich 6 Meerschweinchen. — Hiervon erlagen 2 Meerschweinchen am 3. Tage, eines am 5. Tage an Milzbrand. 3 Meerschweinchen blieben am Leben. Bei den an Milzbrand erlegenen Meerschweinchen fanden sich Lungen und Milz voll von Bacillen, der Darmkanal intact. Die Lungen zeigten keine Hämorrhagien, wohl aber stellenweise diffuse Röthung.

Da die hier verwendete Sporenmenge (im Ganzen etwa eine Drahtöse voll Sporenmasse vertheilt in 42 ccm Wasser, wovon jedoch nur 0,2 ccm im Spraynebel zur Wirkung kamen) zu gering gewesen war, um alle Thiere durch Inhalation zu tödten, so wurde im nächsten Versuch wieder eine grössere Menge angewendet. Dabei suchten wir uns mittels Plattenculturen über die Zahl der verwendeten Sporen ein möglichst genaues Urtheil zu bilden.

30. Versuch.

9. Januar 1888. Inhalation. Von einer Agarröhre werden die Sporen abgestreift und in 50 ccm. suspendirt. Diese Aufschwemmung sieht trüblich aus. Durch Plattencultur nach vorausgegangener 1000facher Verdünnung der Sporenflüssigkeit wird ermittelt, dass 1 ccm der letzteren enthält: 25 Millionen Milzbrandsporen. Zerstäubt wurden von dieser Sporenflüssigkeit 42 ccm, wovon indess nur ca. 0,2 ccm als Spraynebel zur Wirkung kamen, was einer Menge von 5 Millionen Milzbrandsporen entspricht. Im Athemraum befanden sich 6 Meerschweinchen und 1 Kaninchen. Die Ergebnisse waren folgende:

Nach 36 Stunden war das Kaninchen bereits an Milzbrand erlegen. Die Lungen zeigten sich makroskopisch mit Ausnahme einiger röthlicher Stellen normal, keine Hämorrhagien. Lungen und Milz voll von Milzbrandbacterien, 2 Meerschweinchen erlagen nach 46 Stunden an Milzbrand, das dritte ebenso nach 60 Stunden, das vierte nach 68 Stunden, das fünfte nach 71 Stunden und das sechste nach ca. 80 Stunden. Bei allen diesen Thieren zeigten sich die Lungen makroskopisch vollständig intact. Mikroskopisch fanden sich überall in Lungen und Milz massenhaft Milzbrandbacillen.

Man darf in der That annehmen, dass bei diesem Versuch die zulässige Minimalmenge von Milzbrandsporen für die Infection auf dem Athemwege gerade erreicht wurde. Die Hinauszögerung der Todeszeit bei einem Theil der Versuchsthiere beweist, dass man nicht viel unter der angewendeten Menge hätte zurückbleiben dürfen, ohne einen theilweise negativen Erfolg. Die angewendete Sporenmenge betrug, wie erwähnt, 5 Millionen für einen

Athemraum von 50 l Inhalt und bei einer Versuchsdauer von 45 Minuten. Offenbar ist diese Sporenmenge eine ausserordentlich geringe, wenn man bedenkt, dass nur ein sehr kleiner Bruchtheil der im Athemraum schwebenden Bacterien von den Thieren eingeathmet wird und in deren Alveolen gelangen konnte. Es ist durchaus nicht gewiss, ja es ist nicht einmal wahrscheinlich, dass bei subcutaner Infection diese geringen Sporenmengen eine erfolgreiche Infection bewirken könnten. Die enorme Gefährlichkeit der Inhalation ergibt sich hieraus ohne weiteres[1]).

31. Versuch.

9. Januar 1888. Fütterung. Controlversuch zum Vorhergehenden. Von der dort zerstäubten Sporenflüssigkeit wird 1 % (doppelt so viel als der Spraynebel beträgt), d. h. pro Thier 0,06 ccm = 1 Tropfen verfüttert an 6 Thiere: 1 Kaninchen und 5 Meerschweinchen. Dem Kaninchen wird eine Brodpille eingeschoben, welcher die Sporen zugesetzt sind. Die Meerschweinchen erhalten die Sporen als Zusatz zu Rübenbrei. Sämmtliche Thiere blieben dauernd gesund.

Diese bisherigen Versuche mit Inhalation und Fütterung von Milzbrandsporen schienen uns, in Anbetracht ihrer so höchst präcisen Resultate, mit Rücksicht auf das, was durch dieselben bewiesen werden soll, bereits genügend zahlreich zu sein, und wir standen deshalb davon ab, dieselben in der bisherigen Art noch weiter zu vervielfältigen. Es würde das ein unnöthiges Opfer an Thiermaterial erfordert haben. Dagegen wendeten wir uns wiederum der, schon bei den vorhergehenden Untersuchungen in Angriff genommenen Aufgabe zu, das Zustandekommen der Infection auf dem Athemwege in seinen Einzelheiten näher klar zu legen. Zunächst handelt es sich wieder darum, wie viel

1) In seiner Arbeit über die Heilung des Milzbrandes durch Erysipel gibt Emmerich an, dass 50000 Milzbrandbacillen bei subcutaner Impfung eben zur Infection eines Kaninchens genügen. Beim obigen Inhalationsversuch kamen überhaupt 5 Millionen Milzbrandsporen in die Athemluft der Versuchsthiere. Wenn man annehmen dürfte, dass 1 % dieser in der Athemluft (50 l) schwebenden Bacterien bis in die Alveolen der Thiere gelangt sind, was eher zu viel als zu wenig scheint, und wenn man die Athemgrösse eines Kaninchens ungefähr gleichsetzt jener von drei Meerschweinchen, so würde sich berechnen, dass zur erfolgreichen Infection auf dem Athemwege bereits 17000 Milzbrandsporen hinreichend waren.

Milzbrandsporen bei der Zerstäubung auf nassem Wege und in welche Abschnitte der Lungen dieselben eindringen? Um dies zu entscheiden, wurden die folgenden Versuche ausgeführt.

c) Directe Beweise für das Zustandekommen der Milzbrandinfection auf dem Athemwege.

32. Versuch.

1. Februar 1888. Inhalation. Die Milzbrandsporen von 3 schief erstarrten Agarröhren werden abgestreift, in 40 ccm Wasser suspendirt, und diese Sporenflüssigkeit in dem bei allen bisherigen Versuchen benützten Apparate zerstäubt während 30 Minuten. Im Athemraum befand sich ein grosses, kräftiges Kaninchen von 2,5 kg Gewicht. — Nach 5 Stunden wurde dieses Kaninchen durch Chloroform getödtet, dessen Lungen unter aseptischen Vorsichtsmassregeln herausgenommen, und nun wurden mittels einer sterilen Scheere aus den verschiedensten Partien derselben und zwar theils ganz peripher vom vorderen scharfen Lungenrand, oben und unten, theils aus den centralen Partien, dicht neben den grossen Bronchien, zahlreiche Stückchen ausgeschnitten und in eine Platte von Nährgelatine eingebettet.

Die Untersuchung dieser Plattencultur nach 3 Tagen ergab, dass aus sämmtlichen Lungenstückchen gleichmässig, ebenso zahlreich aus den peripheren als aus den centralen reichliche Milzbrandcolonien sich entwickelten. Nicht nur am Rande der Stückchen waren diese Colonien bemerkbar, sondern durch die Substanz der Stückchen hindurch vertheilt. Man konnte durch Abzählung bei einer grösseren Zahl von Lungenstückchen berechnen, dass auf 1 qmm Lungensubstanz durchschnittlich 7 Milzbrandcolonien entfielen. Nimmt man das gleiche Verhältnis auch für die Tiefendimension, d. h. also für 1 cmm gültig an, so würde die Zahl der Milzbrandsporen in der Gesammtlunge dieses Thieres (ca. 50 ccm) etwa 350000 betragen haben. Man darf ja wohl annehmen, dass in der kurzen Zeit von 5 Stunden noch keine Auskeimung und Vermehrung der Milzbrandsporen stattgefunden hatte.

Diese enorme Sporenmenge, die nicht etwa auf die Bronchien — denn diese wurden beim Ausschneiden der Stückchen sorgfältig vermieden — sondern auf das Lungenparenchym zu beziehen ist, hängt zusammen mit der sehr concentrirten Sporenflüssigkeit (3 Agarröhren), die bei diesem Versuch zerstäubt worden war.

Immerhin konnten von den zerstäubten 40 ccm nur 0,2 ccm in der Form von Spraynebel in den Athemraum gedrungen sein. Und hiervon hatte dieses Kaninchen während einer halben Stunde 350 000 Sporen aspirirt! Das beweist zur Genüge die ausserordentliche Befähigung der auf diese Weise schwebend in der Luft suspendirten Keime zum Eindringen in die Athemwege.

Ein weiterer analoger Versuch wurde an Meerschweinchen angestellt.

33. Versuch.

10. Januar 1888. Inhalation. Von 4 schief erstarrten Agarröhren wurden die Milzbrandsporen abgestreift und in 50 ccm Wasser suspendirt. Hiervon wurden 42 ccm während 1/2 Stunde zerstäubt. Im Athemraum befanden sich zwei Meerschweinchen. — Von diesen Thieren wurde das eine nach 19, das andere nach 23 1/2 Stunden mittels Chloroform getödtet. Von beiden wurden die Lungen aseptisch herausgenommen, und aus möglichst verschiedenen Partien derselben kleine Stückchen mittels steriler Scheere entnommen. Diese Stückchen wurden in Nährgelatine-Platten eingebettet. Ebenso wurde mit der Milz beider Thiere verfahren. Die Resultate zeigt folgende Uebersicht:

	Lungenplatten				Milzplatten	
	Inficirte Lungen-stückchen	Sterile Lungen-stückchen	Milzbrand-colonien		Inficirte Milz-stückchen	Sterile Milz-stückchen
			aus Stückchen	freie		
Meerschweinchen α	56	—	195	340	—	39
„ β	67	4	186	890	—	38

Nach 19 resp. 23 1/2 Stunden war somit der Gesammtorganismus, der grosse Kreislauf noch nicht mit Milzbrandbacillen inficirt, wie aus dem Sterilbleiben der Milzplatten geschlossen werden darf. Die Lungen dagegen erwiesen sich auch in diesem Falle ganz ausserordentlich stark inficirt. Diese Ergebnisse stimmen sohin vollständig mit den im vorhergehenden Abschnitt dieser Untersuchungen, bei der Inhalation trocken verstäubter Milzbrandsporen erlangten überein. Dieselben sind ein mächtiges unterstützendes Beweismittel für die Infection durch die Lungen, wenn sie auch an und für sich, nach dem, was früher darüber gesagt wurde, kaum als ein absolut gültiger Beweis dafür betrachtet werden können.

Dagegen gelang der sichere Beweis nunmehr durch die mikroskopische Untersuchung. Die Lungen der beiden Meerschweinchen von Versuch 33 wurden nämlich, soweit dieselben nicht zu den Plattenculturen verwerthet worden waren, in Alkohol gehärtet, in feine Schnitte zerlegt, und die Schnitte mittels Gentianaviolett und Pikrinsäure gefärbt, wobei sich Milzbrandbacillen sehr scharf vom Gewebe abheben.

Die genaue Durchmusterung dieser Schnitte mit starker Vergrösserung (Seibert, hom. Imm. $^{1}/_{12}$, Oc. II) war eine mühsame Aufgabe, da zunächst die allermeisten derselben ein absolut negatives Resultat ergaben. Nur in einer geringen Zahl von Schnitten fanden sich Milzbrandbacillen, vereinzelt oder in kleinen Gruppen in verschiedener Anordnung, aber so, dass über deren Lagerung im Gewebe, deren Beziehung zu den Alveolen u. s. w., ein sicheres Urtheil durchaus nicht zu gewinnen war. Nachdem auf diese Weise viele Serien von Schnitten ohne genügendes Resultat untersucht worden waren, gelang es uns endlich, auch positive Funde zu machen. Es fanden sich aus der Lunge des, 23½ Stunden nach der Inhalation getödteten, Meerschweinchens einzelne Schnitte, die nun mit einemmale Hunderte von Milzbrandbacillen aufwiesen. Diese Milzbrandbacillen zeigten sich nicht etwa über den ganzen Schnitt gleichmässig verbreitet, sondern waren in gewissen Abschnitten desselben herdweise angehäuft, während andere Theile des betreffenden Schnittes durchaus frei von solchen waren.

Wie verhält sich nun Lagerung und Anordnung der aufgefundenen Milzbrandbacillen? Wir hatten uns die Beantwortung dieser Frage, bei einem erst beginnenden Infectionsprocess, als möglicherweise schwierig gedacht; allein sie war das nicht im mindesten. Die genaue Betrachtung lehrte zur Evidenz, dass ein grosser Theil dieser Milzbrandbacillen in den Blutcapillaren sich eingeschlossen befindet. An sehr vielen Stellen liegen sie dort ebenso zahlreich und in der nämlichen parallelen Anordnung, wie man das bei den Lungenschnitten an Milzbrand verendeter Thiere zu sehen gewohnt ist. Um ein Beispiel zu geben, sind ein paar dieser Capillaren

in Fig. 4 der Tafel I abgebildet. Dieselben sind keineswegs idealisirt, sondern an vielen Punkten ist der Sachverhalt mit gleicher Deutlichkeit wahrzunehmen. Darin, dass es sehr viele solcher Stellen sind, liegt eben auch der Beweis, dass es sich nicht um eine Täuschung, etwa durch zufälliges Verschieben der Milzbrandbacillen beim Schneiden hervorgerufen, handeln könne, sondern ein grosser Theil der überhaupt sichtbaren Milzbrandbacillen zeigt diese parallele Anordnung innerhalb der Capillaren.

Somit kann darüber kein Zweifel existiren, dass bereits 23½ Stunden nach der Inhalation die Milzbrandbacillen in den Capillaren der Lunge vorgefunden wurden.

Die Erörterung der wichtigen Frage, auf welchem Wege die Milzbrandbacillen hier in die Blutcapillaren hineingelangt sind, mag dem folgenden Abschnitt vorbehalten bleiben. Für jetzt genüge die Bemerkung, dass mit dieser Constatirung der directe Beweis für die Infection auf dem Athemwege in ganzer Vollständigkeit erbracht ist. Wenigstens lässt sich nicht absehen, was etwa geschehen könnte, um diesen Beweis noch weiter zu vervollkommnen. Das directe Hineinwachsen oder Hineindringen der Milzbrandbacillen in die Capillaren zu beobachten, dieser Aufgabe ist unsere heutige Methodik nicht gewachsen. Man kann vielleicht Stellen auffinden, die so etwas zu beweisen scheinen, aber es bleibt jedermann unbenommen, dergleichen für einen Zufall, für ein Kunstproduct, hervorgerufen durch zufällige Verschiebungen einzelner Milzbrandbacillen bei der Präparation zu erklären. Wir würden einem derartigen Funde stets mit Misstrauen gegenüberstehen.

Sicher und unzweifelhaft aber sind die Daten unseres Versuches und sein Ergebnis. Kurz recapitulirt sind die Daten folgende: Ein Meerschweinchen athmet während 30 Minuten in einem Raum von 50 l, in welchem 0,2 ccm stark sporenhaltige Flüssigkeit als Spraynebel vertheilt waren. 23½ Stunden nachher, ca. 36 Stunden vor seinem erfahrungsgemäss zu erwartenden natürlichen Tode an Milzbrand, wird dasselbe durch Chloroform

getödtet. Plattenculturen der Lunge ergeben, dass von 71 ausgesäten Stückchen nur 4 steril bleiben, während aus den 67 anderen sich insgesammt 186 Milzbrandcolonien entwickeln. Plattenculturen der Milz dagegen zeigen, dass dieses ganze Organ und somit der grosse Kreislauf noch frei ist von Milzbrandkeimen.

Die mikroskopische Untersuchung der Lungen ergibt vereinzelte Herde von Milzbrandbacillen, die aber bereits Hunderte von Milzbrand-Stäbchen enthalten. Diese Herde können, in Anbetracht der kurzen Zeit zwischen Inhalation und Tödtung des Thieres, welche eine Infection auf irgend einem Umwege, eine secundäre Verschleppung in die Lunge mit Sicherheit ausschliesst, nur direct von den inhalirten Sporen abgeleitet werden. Es bedarf einiger Stunden, bis die Sporen ausgekeimt sind, und es bedurfte einer Reihe von Stunden, bis die Herde in den Lungen zu der beobachteten Grösse herangewachsen waren. Hierdurch erklärt sich vollkommen das vorgefundene Verhältnis, während jede andere Erklärung eben dadurch ausgeschlossen erscheint.

d) Inhalation von Milzbrand-Stäbchen.

Einen weiteren, ebenso zwingenden Beweis dafür, dass die Milzbrandinfection bei Inhalation auf dem Lungenwege erfolgt, und dass unsere Inhalationsthiere thatsächlich von den Athmungsorganen aus und nicht auf irgend einem anderen Wege inficirt wurden, liefern die Versuche mit Inhalation von zerstäubten Milzbrandstäbchen. Die Möglichkeit einer Infection vom Darmkanale aus tritt bei Anwendung von Stäbchen überhaupt ganz in den Hintergrund. Von Koch wurde gezeigt, dass Mäuse mit der Milzsubstanz milzbrandiger Thiere ohne jeden Nachtheil gefüttert werden können [1]), und der Eine von uns hat früher ebenfalls nachgewiesen, dass Mäuse mit beliebig grossen Mengen virulenter Milzbrandstäbchen gefüttert werden können, ohne dass Infection erfolgt. Für Meerschweinchen sind analoge Angaben ebenfalls bekannt.

---

1) Beiträge zur Biologie der Pflanzen von F. Cohn. 1877 Bd. 2 Heft 3 S. 299.

Was ferner den Einathmungsversuchen mit Milzbrandstäbchen ein besonderes Interesse sichert, das ist der pathologische Befund in der Lunge, der einerseits die Annahme einer anderen Infectionsstätte an und für sich vollkommen ausschliesst, anderseits für die Theorie der Infection überhaupt bedeutungsvolle Aufschlüsse gibt.

Zu diesen Versuchen musste man vor allem darauf bedacht sein, eine reine Stäbchencultur, ohne jede Sporenbildung, zu erhalten. Eine solche bietet sich von selbst in der Milzsubstanz eines an Milzbrand erlegenen Thieres. Da aber die Stäbchen in dem durch Ausquetschen eines solchen Organes erhaltenen Saft zu einem Zerstäubungsversuch nicht zahlreich genug sind, ist eine kurzdauernde, etwa 18stündige Cultivirung erforderlich. Diese Cultivirung darf durchaus nicht etwa auf Agar, sondern muss in einer Flüssigkeit geschehen, in der genügend Nahrungsstoffe vorhanden sind, um die Sporenbildung sicher hintanzuhalten. Hierzu eignet sich 1 % Fleischextract mit Zusatz von 0,1 % Pepton, schwach alkalisch. 150 ccm solcher Lösung werden in einem Kölbchen sterilisirt, mit 1—2 ccm zerquetschter Milzsubstanz, d. h. also von vorneherein mit einer colossalen Bacillenmenge inficirt, und nun bei 37° für 18 Stunden belassen. In dieser Lösung können die Milzbrandbacterien in so kurzer Zeit keine Sporen bilden. Indess würden dieselben zu langen Fäden auswachsen, was für den Zweck der Zerstäubung und des Schwebens in der Luft hinderlich erscheint. Deshalb empfiehlt es sich, während der Cultivirung einen continuirlichen Strom filtrirter, d. h. keimfreier Luft durch die Lösung zu leiten. Auf diese Weise erhält man nach 18 Stunden massenhafte, kurze Milzbrandstäbchen ohne jede Andeutung von Sporenbildung. Solche Stäbchenflüssigkeit wurde unverdünnt zur Inhalation verwendet.

34. Versuch.

4. Februar 1888. Inhalation. Von der soeben beschriebenen, absolut Sporen-freien Stäbchenflüssigkeit wurden 100 ccm während ³/₄ Stunden zerstäubt. Im Athemraum befinden sich 5 Meerschweinchen und 1 Kaninchen. — Hiervon erlagen 3 Meerschweinchen bereits nach 36 Stunden, die beiden andern nach ca. 54 Stunden. Nur das Kaninchen blieb am Leben.

Die Lungen der an Stäbcheninhalation erlegenen Meerschweinchen boten nun sämmtlich den gleichen merkwürdigen Befund. Dieselben waren dunkelroth d. h. hämorrhagisch gefärbt, mit alleiniger Ausnahme einiger Randpartien, in welche vermuthlich bei der Einathmung weniger Stäbchen gelangt sein mochten. Ferner collabirten diese Lungen durchaus nicht, sondern zeigten sich voluminös, rigid beim Durchschneiden, von der Schnittfläche floss schaumiges Blut. Ausgeschnittene Stücke der Lungensubstanz sanken im Wasser unter. Mikroskopisch enthielten diese Lungen massenhaft Milzbrandbacillen und boten im übrigen ein sehr merkwürdiges Bild, das im folgenden näher erörtert werden wird. Einen völlig entgegengesetzten Befund ergab die Milz. Bei sämmtlichen Thieren war dieselbe klein und makroskopisch unverändert. Mikroskopisch fanden sich nur bei einem Meerschweinchen zahlreichere Bacillen in derselben. Bei den übrigen 4 Thieren enthielt die Milz nur vereinzelte Milzbrandbacillen, im auffallenden Gegensatz zu dem gewöhnlichen Befund bei Meerschweinchen, die an Milzbrand infolge der Inhalation von Sporen oder infolge subcutaner Impfung erlegen sind.

Es ist klar, dass hauptsächlich die enorme Intensität des in der Lunge abgelaufenen localen Infectionsprocesses in diesen Fällen den Tod der Versuchsthiere herbeigeführt hat. Hierdurch erklärt sich die kurze Zeitdauer, die zwischen Inhalation und tödtlichem Ausgang verstrich, und die bei drei von fünf Meerschweinchen des gegenwärtigen Versuches noch wesentlich kürzer war, als sie je bei Sporeninhalation beobachtet wurde. (Bei Sporeninhalation in minimo 48, bei Stäbcheninhalation 36 Stunden.)

Immerhin fand aber auch eine Allgemeininfection statt. In der Milz eines jeden Versuchsthieres fanden sich, wie erwähnt, Milzbrandbacillen, wenn auch meist in sehr geringer Zahl. Der Eintritt dieser Bacillen in's Innere des Organismus, in den grossen Kreislauf, kann auf gar keine andere Weise gedacht werden, als durch Vermittelung der Lungen. Da Milzbrandstäbchen, wie erwähnt, vom Darmkanale aus keine Infection bewirken können, bleibt keine andere Möglichkeit übrig, um so mehr als die

vorhandene heftige Lungenaffection und der enorme Reichthum der Lunge an Milzbrandbacillen deutlich genug den Weg anzeigen, auf welchem das Eindringen der letzteren in's Körperinnere erfolgt sein muss. Wir haben somit in diesen Versuchen mit Inhalation von Milzbrandstäbchen einen neuen wichtigen Beweis für die Infection auf dem Athemwege. Zu erörtern bleibt nur die interessante Frage, weshalb die Inhalation von Stäbchen einen so wesentlich anderen pathologischen Effect zu Stande bringt, als die Inhalation von Sporen?

Aus den derben, dichten, hepatisirten Partien der Lungen dieser durch Stäbcheninhalation getödteten Thiere wurden Schnitte hergestellt, welche sich am schönsten nach dem Verfahren von Kühne (Entfärbung mit Fluorescin-Alkohol) färben liessen. In diesen Schnitten, aus denen eine Partie in Fig. 3 der Taf. I wiedergegeben ist, zeigen sich nun die meisten Alveolen theilweise oder vollständig ausgefüllt und zwar entweder mit rothen Blutkörperchen oder mit Leukocyten und abgelöstem Lungenepithel, oder mit körnigem Faserstoffgerinnsel. Von den in der Abbildung wiedergegebenen beiden Alveolen versinnlicht die eine die Ausfüllung mit Zellen, rothen und weissen Blutkörperchen und Alveolarepithelien, die andere vorwiegend die Ausfüllung mit Faserstoffgerinnsel. Dazwischen und mitten in diesen Massen aber liegen nun, vereinzelt oder oft in grossen Gruppen angehäuft Milzbrandstäbchen und Fäden regellos durcheinander, im Innenraum der Alveolen also, oft das ganze Lungenbläschen förmlich ausstopfend, keineswegs in der Wandung und deren Blutbahnen, wie das bei Lungenschnitten von Milzbrandthieren sonst die Regel ist. Diese Milzbrandfäden sind oft ziemlich lang, regellos gegliedert und geknickt, häufig abenteuerlich gewunden und verdreht. Man muss hieraus schliessen, dass die Milzbrandbacillen zum Theil sich unter ungünstigen Existenzbedingungen befanden in diesem Nährsubstrat, das sie sich durch ihre eigene Wirkung geschaffen haben. Der Gesammteindruck dieses pathologischen Zustandes, den die Figur ziemlich richtig wiedergibt, ist nach alledem ein total verschiedener, befindet sich im denkbar grössten Gegensatz zu demjenigen, den man bei der Lunge eines milz-

brandigen Thieres sonst zu erhalten gewohnt ist. Während im letzteren Fall die Alveolen immer ganz frei sind von allen entzündlichen Producten, während jede Spur von entzündlichen Erscheinungen völlig mangelt, haben wir hier den höchsten Grad entzündlicher Reaction mit allen seinen zugehörigen Veränderungen. Namentlich auffallend aber ist die so ganz entgegengesetzte Anordnung und Vertheilung der Milzbrandbacillen in beiden Fällen, wofür die Figuren 3 und 4 der Tafel eine ganz charakteristische Illustration liefern.

Die anatomische Diagnose dieses Lungenbefundes lautet nach Prof. Bollinger, dem wir die Schnittpräparate zur Einsicht vorlegten, auf sero-fibrinöse-hämorrhagische Pneumonie, und ist der Process nach seiner Auffassung am ehesten mit demjenigen des Milzbrandcarbunkels in Parallele zu setzen.

Diese künstliche Milzbrand-Pneumonie wurde durch Inhalation von Stäbchen bewirkt, während die Einathmung von Sporen keine auffälligen Reizungserscheinungen in der Lunge zu bewirken pflegt. Mit völliger Sicherheit lässt sich der Grund dieser merkwürdigen Verschiedenheit nicht bezeichnen. Vermuthlich aber dürfte derselbe mit dem biologischen Unterschied von Stäbchen und Sporen überhaupt zusammenhängen. Während letztere zuerst auskeimen müssen, bevor die Vermehrungsthätigkeit beginnen kann, ein Vorgang, der niemals gleichzeitig und gleichmässig erfolgt, sind Stäbchen sofort im Stande, ihre reizende, krankmachende Thätigkeit zu entfalten und giftige Ptomaine zu bilden. Während also bei Sporeninhalation nur successive, im Zeitraum von Stunden, die Auskeimung an einzelnen Orten vor sich geht, kann die Inhalation reichlicher Stäbchenmengen von einer sofortigen allgemeinen Reizwirkung auf das Lungengewebe gefolgt sein, wodurch die geschilderten pneumonischen Erscheinungen zu Stande kommen. Jedenfalls aber müsste es auch bei Inhalation von Stäbchen durch eine geeignete Abstufung der Quantität möglich sein, das nämliche zu erzeugen, wie mit Sporeninhalation, nämlich eine Allgemeininfection des Körpers ohne irgend bemerkbare Ausbildung localer Lungenerscheinungen.

Wir haben in der That einen solchen Inhalationsversuch mit geringerer Stäbchenmenge ausgeführt an 5 Meerschweinchen und 1 Kaninchen, indess ohne positiven Erfolg. Die Thiere blieben sämmtlich am Leben. Nach unseren sonstigen Erfahrungen ist es ganz zweifellos, dass bei diesem Versuch eine gewisse Menge von Milzbrandstäbchen in die Lungen und bis in die Alveolen dieser Thiere gelangt sein musste. Dieselben sind jedoch unwirksam geblieben, sie müssen wieder beseitigt, vielleicht durch Phagocyten vernichtet worden sein. Ganz vereinzelten derartigen Angriffen vermag also der Organismus Widerstand zu leisten. Es kommt weder zu einer stärkeren Entzündung noch zu einer Allgemeininfection. Aber wenn eine so grosse Menge von Stäbchen auf einmal in die Lunge gelangt, wie dies in dem positiven Versuch mit Stäbcheninhalation (Nr. 34) nach Maassgabe der dort zerstäubten grossen Menge (100 ccm) von stark stäbchenhaltiger Flüssigkeit der Fall war, dann wird die Reizwirkung und die Giftproduction eine so allgemeine, dass eine intensive, entzündliche Reaction davon die Folge ist.

Der Grund ferner, weshalb in diesem Versuche mit Inhalation geringerer Stäbchenmengen auch keine Allgemeininfection erfolgte, wie dies bei Inhalation schon von kleinen Sporenmengen die Regel bildet, dürfte vielleicht in der geringeren Kräftigkeit der Stäbchen, infolge ihrer Cultivirung in 1 procentiger Fleischextractlösung zu erblicken sein. Wir hatten diese etwas zu concentrirte Lösung angewendet, um Sporenbildung mit Sicherheit zu vermeiden. Die Stäbchen leiden aber sichtlich unter diesen Bedingungen, wie die Körnung ihres plasmatischen Inhalts bei Untersuchung im lebenden, ungefärbten Zustand und ferner die abnorm kurze Gliederung deutlich erkennen lässt. Die Sporen dagegen, die wir zu den Inhalationsversuchen verwendet hatten, waren stets unter den denkbar günstigsten Wachsthumsbedingungen (alkalische Fleichwasseragar) herancultivirt. Ihre grössere Virulenz und Kräftigkeit kann somit nicht bezweifelt werden.

e) Inhalation von Hühnercholerabacillen und Controlfütterungsversuche.

Die Versuche mit Hühnercholerabacillen liefern den Beweis, dass zur Allgemeininfection auf dem Athemwege auch vegetative Zustände von Spaltpilzen befähigt sind, dass es hierzu nicht nothwendig der Sporen bedarf, wie man nach den Versuchen mit Milzbrand glauben könnte.

Die grosse Infectiosität der Hühnercholerabacillen für Kaninchen und Mäuse ist bekannt, ebenso auch die leichte Ansteckungsmöglichkeit vom Darmkanale aus. Auch hier gibt es indess eine Minimalgrenze für die zur Infection nöthige Quantität, unterhalb deren die Verfütterung resultatlos bleibt. Diese Grenze liegt freilich ungemein weit unter der für Milzbrand gültigen. Dafür aber sind die Hühnercholerabacillen überhaupt den Kaninchen und Mäusen sehr viel gefährlicher als die Milzbrandbacillen, d. h. es genügt eine weit geringere Menge zur Ansteckung. Infolge dessen durften wir hoffen, mit sehr geringen, bei Verfütterung noch unwirksamen Quantitäten bereits Infection auf dem Lungenwege zu erzielen. Dieses Ziel ist vollkommen erreicht worden.

Zunächst suchten wir festzustellen, ob es überhaupt möglich sei, Thiere durch Inhalation kleiner Quantitäten von Hühnercholerabacillen zu inficiren.

35. Versuch.

30. December 1887. Inhalation. Zwei Drahtspitzen einer Agarcultur von Hühnercholera wurden suspendirt in 20 ccm Wasser[1]). Diese Flüssigkeit zeigt eine äusserst geringe, kaum wahrnehmbare Opalescenz; dieselbe ist nur bei genauer Betrachtung von reinem Wasser zu unterscheiden. Diese 20 ccm wurden während ½ Stunde zerstäubt. Im Athemraum befanden sich 1 kräftiges Kaninchen und 7 Mäuse. — Hiervon erlagen 3 Mäuse nach 36 Stunden, 1 Maus und das Kaninchen nach ca. 60 Stunden. 3 Mäuse blieben am Leben. Bei den verendeten Thieren ergab die mikroskopische Untersuchung reichlichen Befund von Hühnercholerabacillen in Form von Doppelkugeln, Ovalformen und Kurzstäbchen im Blute verschiedener Organe, in den Lungen, namentlich aber in der Leber. Angelegte Culturen

1) Zur Cultur der Hühnercholerabacillen diente stets alkalische Fleischpepton-Glycerin-Agar (6 % Glycerin), auf der dieselben bei 37° vortrefflich gedeihen. Es wurden stets Culturen verwendet, die nach Entnahme aus dem Thierkörper erst ein einzigesmal ausserhalb desselben gezüchtet waren.

auf Glycerin-Agar ergaben reine Hühnercholerabacillen. Einen bemerkenswerthen makroskopischen Befund hatten diese Thiere weder in den Lungen noch im Darme dargeboten.

Nachdem durch diesen Versuch die Wirksamkeit so minimaler Mengen von Hühnercholerabacillen beim Inhalationsverfahren constatirt war, gingen wir zu weiteren Versuchen, mit gleichzeitiger Controlfütterung über. Der nächste Versuch in dieser Richtung gab noch ein ungenügendes Resultat, weil auch bei der Inhalation nur ein einziges Thier erlag. Derselbe sei aber gleichwohl mitgetheilt, weil durch diesen Versuch constatirt ist, dass wir uns bei den hier angewendeten Mengen an der unteren Grenze der Wirksamkeit überhaupt befanden. Geringe Schwankungen in der Virulenz der betreffenden Cultur, die man zur Zerstäubung anwendet, können hier den Ausfall des Versuches bedingen.

36. Versuch.

8. Januar 1888. Inhalation. Drei Drahtspitzen von Hühnercholeracultur wurden suspendirt in 20 ccm Wasser. Die Trübung ist sehr gering, scheint aber ein wenig stärker als im vorigen Versuch. Hiervon wurden zerstäubt 12 ccm während ½ Stunde. Im Athemraum befanden sich 1 grosses Kaninchen und 7 Mäuse. — Hiervon erlag nur 1 Maus nach 2 Tagen an Hühnercholera. Von den übrigen Mäusen schienen mehrere am zweiten Tag krank, erholten sich aber wieder. Das Kaninchen blieb munter. Die verendete Maus zeigte in allen Organen, namentlich in der Leber, Hühnercholerabacillen. Eine Cultur aus der Leber ergab positives Resultat.

Gleichzeitig wurde folgender Versuch ausgeführt.

37. Versuch.

8. Januar 1888. Fütterung. Von der nämlichen Aufschwemmung, welche im vorigen Versuch zur Zerstäubung kam, wurden 1% = 0,12 ccm (entsprechend der Quantität des Spraynebels) verfüttert und zwar 0,06 ccm (1 Tropfen) in Brodpille an 1 Kaninchen und 0,06 ccm in Brodbrei an 7 Mäuse. — Sämmtliche Thiere blieben dauernd munter.

Hierdurch war wenigstens bewiesen, dass die Infection mit Hühnercholera vom Darmkanale aus bei Kaninchen und Mäusen nicht leichter erfolgt, als die Infection auf dem Lungenwege. Denn man muss immer bedenken, dass die gefütterten Thiere bei unserem Verfahren bei weitem mehr Bacterien in den Darmkanal zugeführt erhielten, als bei den Inhalationsthieren in die Lungen eindringen konnten. Die folgenden Versuche

liefern nun aber auch in schlagender Weise den positiven Beweis für die weitaus grössere Gefährlichkeit des Lungenweges.

38. Versuch.

12. Januar 1888. Inhalation. Von einer 24stündigen Glycerin-Agarcultur von Hühnercholera werden drei starke Drahtspitzen voll in 36 ccm Wasser suspendirt. Diese Bacterienflüssigkeit sieht ganz schwach trüblich aus (etwas stärker als in Versuch 36). Die ganze Flüssigkeit wird zerstäubt innerhalb 30 Minuten. Im Athemraume befinden sich 1 grosses Kaninchen und 8 Mäuse. — Nach 27 Stunden erlagen bereits 2, nach 36 Stunden die übrigen 6 Mäuse; das Kaninchen blieb am Leben. Bei sämmtlichen Mäusen fanden sich in der Leber reichlich Hühnercholerabacillen.

39. Versuch.

12. Januar 1888. Fütterung. Von der nämlichen Bacterienflüssigkeit, die im vorigen Versuche zerstäubt worden war, wird 1 % der verbrauchten Menge = 0,36 ccm verfüttert. Hiervon erhält 1 grosses Kaninchen 0,18 ccm = 3 Tropfen in Brodpille, und 7 Mäuse erhalten ebenfalls 3 Tropfen in Brodbrei. Sämmtliche Thiere blieben dauernd munter.

40. Versuch.

6. März 1888. Inhalation. Von einer Glycerin-Agarcultur von Hühnercholera wird der dritte Theil in 60 ccm Wasser suspendirt. Die ganze Flüssigkeit wird zerstäubt in 45 Minuten. Im Athemraume (ausnahmsweise ein grösserer Kessel von 140 l Inhalt) befanden sich 3 Kaninchen und 10 Mäuse. — Nach ca. 40 Stunden erlagen 5 Mäuse. Die übrigen Thiere blieben am Leben. In Leber und Lungen der erlegenen Mäuse fanden sich überall Hühnercholerabacillen in reichlicher Menge, durch die Cultur bestätigt. Makroskopisch zeigten sich die Lungen im ganzen intact, blass, collabirend. Aber bei 3 von diesen Mäusen wurden einzelne umschriebene rundliche 2—5 mm im Durchmesser haltende, verdichtete, aus dem übrigen collabirten hellfarbigen Lungengewebe hervortretende, dunklere Partien angetroffen: offenbar pneumonische Herde. In einer Lunge fand sich der ganze rechte Unterlappen in dieser Weise pneumonisch afficirt.

Das Resultat dieses Versuches entsprach insoferne nicht ganz unseren Erwartungen, als wir nach den bisherigen Erfahrungen, entsprechend der grösseren Menge zerstäubter Hühnercholerabacillen eine höhere Sterblichkeit unter den Versuchsthieren erwartet hatten. Möglicherweise hängt das damit zusammen, dass dieser Versuch um zwei Monate später angestellt wurde als die früheren, und dass die Culturen seitdem (durch Einfluss des Sauerstoffs auf der Agaroberfläche?) an Virulenz eingebüsst haben konnten. Dagegen scheint es uns von Wichtigkeit, nunmehr

auch bei Inhalation grösserer Mengen von Hühnercholerabacillen die Entstehung von Pneumonie constatirt zu haben. Es ist dies eine wesentliche Bestätigung für die durch Inhalation von Milzbrandstäbchen erlangten Resultate.

Die mikroskopische Untersuchung dieser pneumonischen Herde von Hühnercholera ergab massenhafte Hühnercholerabacillen, ausserordentlich viel mehr, als im umgebenden Lungengewebe zu finden waren. Diese Bacillen aber waren grösstentheils in Leukocyten eingeschlossen, ein Befund, der in den übrigen Theilen der Lunge und in der Leber der Thierchen nicht zu constatiren war. Schnitte durch diese pneumonischen Herde ergaben ein ganz analoges, an vielen Stellen ebenso intensiv ausgeprägtes Bild, wie wir es bei der Milzbrandpneumonie erhalten und dort näher beschrieben haben. Das faserstoffige Exsudat und der Zellenreichthum sind sehr stark ausgesprochen. An andern Stellen sind diese exsudativen Vorgänge geringer, aber dafür finden sich dann massenhafte Hühnercholerabacillen theils im Innern der Alveolen, theils an und in den Wandungen derselben.

Wir haben noch einen weiteren analogen Versuch, ebenfalls mit Inhalation etwas grösserer Mengen von Hühnercholerabacillen ungefähr gleichzeitig mit dem letzterwähnten angestellt. Hier erlag nur eines der Versuchsthiere, ein grosses Kaninchen, nach 60 Stunden. Aber auch dieses Thier zeigte im linken Unterlappen der im übrigen normalen Lunge pneumonische Erscheinungen und massenhafte Hühnercholerabacillen im verdichteten, stark gerötheten Gewebe.

Diese Fälle von Hühnercholera-Pneumonie liefern den **directen** Beweis dafür, dass auch bei Inhalation von Hühnercholerabacillen die Infection auf dem Athemwege erfolgt.

Es erübrigt jetzt noch die Mittheilung des zum 40. Versuche gehörigen Controlfütterungsversuches.

41. Versuch.

6. März 1888. Fütterung. Von der nämlichen Bacillenflüssigkeit, die im 40. Versuch zerstäubt worden war, wird $^{1}/_{2}$ % der verbrauchten Menge =

0,3 ccm verfüttert. Hiervon erhalten 3 Kaninchen je 0,06 = 1 Tropfen in Brodpille, und 10 Mäuse zusammen 0,12 = 2 Tropfen in Brodbrei. Sämmtliche Thiere blieben dauernd munter.

Durch diese Versuche betrachten wir die gestellte Aufgabe auch für die Hühnercholerabacillen als erledigt. Auch für diese Infectionserreger gilt die Thatsache, dass dieselben bei disponirten Thierspecies sehr leicht durch die intacte Lungenoberfläche in's Innere des Organismus einzudringen im Stande sind. Wie beim Milzbrand begegnet auch bei Hühnercholera dieses Eindringen durch die Lungen viel geringeren Widerständen als jenes durch die Darmwand; weit kleinere Mengen können dort schon wirksam sein, die es hier noch nicht sind. Die Möglichkeit der Darminfection überhaupt soll damit keineswegs bestritten sein. Dieselbe ist eine allbekannte Thatsache, von der wir uns durch einige Fütterungsversuche mit grösseren Mengen wieder überzeugten.

Ausserdem aber ist auch für die Hühnercholerabacillen der directe Beweis ihres Eindringens auf dem Athemwege durch die mitgetheilten Fälle von Hühnercholera-Pneumonie, verbunden mit allgemeiner Hühnercholera-Infection unzweideutig geliefert.

f) Inhalation von Septikämie- und Schweinerothlauf-Bacillen.

Der Vollständigkeit halber seien auch unsere Versuche mit Inhalation von Septikämie- und Schweinerothlaufbacillen erwähnt, obwohl dieselben wenig zahlreich waren und obwohl das Resultat bei den Schweinerothlaufbacillen ein ungenügendes blieb. Wir möchten dieses ungenügende Resultat auf die geringe Virulenz der uns zu Gebote stehenden Culturen zurückführen, die seit sehr vielen Umzüchtungen in künstlichen Nährmedien fortgepflanzt worden waren. Es ist sehr wahrscheinlich, dass virulenteres Culturmaterial ein wesentlich besseres Resultat geben würde. Sehen wir doch, dass auch die Infection vom Darmkanale aus mit künstlich cultivirten Schweinerothlaufbacillen bisher keinem der Experimentatoren gelingen wollte, während die Verfütterung natürlicher Rothlaufstoffe, in denen die Bacillen ihre ursprüngliche Virulenz besitzen, sehr leicht zur Ansteckung führt.

Die Septikämie-Bacillen, mit denen wir den Versuch anstellten, waren diejenigen der Davaine'schen, später von Koch und Gaffky näher studirten Septikämie der Kaninchen.

42. Versuch.

23. Februar 1888. Inhalation. Eine Glycerin-Agarcultur von Septikämie-Bacillen wird abgestreift und suspendirt in 36 ccm Wasser. Die ganze Flüssigkeit wird zerstäubt in 30 Minuten. Im Athemraume befanden sich 2 Kaninchen und 10 Mäuse. — Hiervon erlagen 1 Maus nach 40 Stunden, 3 weitere Mäuse und 1 Kaninchen nach 60 Stunden. Bei allen diesen Thieren zeigten sich die Lungen intact, hellfarbig, collabirend. Nur bei einer Maus fand sich eine kleine, hämorrhagische Stelle in der Lunge. Mikroskopisch fanden sich in den Lungen und in den inneren Organen, besonders Leber, überall die Septikämie-Bacillen. Dieselben wurden auch durch Cultur bestätigt.

43. Versuch.

23. Februar 1888. Fütterung. Controlversuch zum vorigen. Von der nämlichen Bacterienflüssigkeit, welche dort zur Zerstäubung gedient hatte, wird $1/2$ % der verbrauchten Menge = 0,18 ccm (3 Tropfen) verfüttert an 2 Kaninchen (Brodpillen) und 5 Mäuse (Brodbrei). Sämmtliche Thiere blieben dauernd munter.

44. Versuch.

19. Januar 1888. Inhalation. 45 ccm einer Reincultur von Schweinerothlaufbacillen in Fleischwasserpeptonlösung wurden zerstäubt innerhalb 30 Minuten. Im Athemraum befanden sich 1 Kaninchen und 8 Mäuse. — Hiervon erlag nur eine Maus nach ca. 40 Stunden. In den inneren Organen dieses Thierchens fanden sich reichlich die schmalen, feinen Bacillen; besonders lieferte die Lunge sehr schöne Schnittpräparate, in denen sich eine Menge von Zellen, vollgepfropft mit Bacillen, vorfand. Plattenculturen dieser Lunge ergaben sehr zahlreiche Colonien von Rothlaufbacillen.

Die übersichtliche Zusammenfassung der Resultate dieser Versuche mit Hühnercholera- und Septikämie-Bacillen wird im nächsten Abschnitte gegeben werden. Ausserdem wird auch ein Versuch mit Inhalation von Rotzbacillen dort zur Mittheilung gelangen.

IV. Specielle Bedingungen des Durchtrittes von Infectionserregern durch die intacte Lungenoberfläche.

Von

H. Buchner.

Die voranstehenden Untersuchungen haben als allgemeines Resultat die Passirbarkeit der intacten Lungenoberfläche für

gewisse Infectionserreger ergeben. Im Folgenden sollen einige specielle Punkte näherer Erörterung unterzogen werden. Es fragt sich vor allem: auf welche Weise vollzieht sich der Durchtritt durch die Lunge? Ferner: welche Bedingungen begünstigen, welche verhindern denselben? Bei welchen Arten von Infectionserregern ist die Möglichkeit des Durchtritts anzunehmen, bei welchen anderen dagegen auszuschliessen?

a) Art und Weise des Durchtrittes durch die Lungenoberfläche.

Zuvörderst möge es gestattet sein, eine gedrängte Uebersicht der hauptsächlichsten Resultate der mit Milzbrand, Hühnercholera und Septikämie angestellten Inhalations- und Fütterungsversuche voranzuschicken.

	Inhalation				Fütterung		
	eingeathmet haben	an Milzbrand etc. erlagen	an Pneumonie erlagen	lebend geblieben	gefüttert wurden	an Milzbrand etc. erlagen	lebend geblieben
Trockne Verstäubung Milzbrand-Sporen . .	63	49	5	9	33	4	29
Nasse Zerstäubung Milzbrand-Sporen, „ -Stäbchen	27	23	—	4	10	3	7
Hühnercholera, Kaninchenseptikämie	50	24	—	26	36	—	36
Summe:	140	96	5	39	79	7	72
		= 68,6 %				= 8,9 %	

Dieses, gewissermaassen statistische Gesammtresultat besitzt, so anschaulich dasselbe ist, immerhin nur einen beschränkten Werth. Dasselbe lehrt allerdings, dass bei unseren Versuchen die Inhalation wesentlich gefährlicher war als die Fütterung, und zwar im Verhältnis von 68,6 zu 8,9. Allein man darf diesen Verhältniszahlen durchaus keine stricte Gültigkeit zumessen in

dem Sinne, dass die Einathmung nun wirklich etwa 8mal gefährlicher sei, als die Verfütterung des nämlichen Infectionserregers. In dieser Weise kann nicht gefolgert werden, weil bei den meisten Fütterungsversuchen viel zu viel und bei weitem mehr verfüttert wurde, als zum Vergleiche eigentlich nothwendig gewesen wäre. Ich erinnere beispielsweise an Versuch Nr. 28 mit Fütterung von maximalen Sporenmengen, bei dem 3 Meerschweinchen erlagen. Dieser einzige Versuch erhöht die Verhältniszahl der infolge von Fütterung erlegenen Thiere von 5,1 auf 8,9 %.

Also die Fütterung erscheint nach dieser Statistik in einem zu ungünstigen, die Inhalation aber umgekehrt in einem zu günstigen Lichte, wobei nur an die Inhalationsversuche mit minimalen Mengen von Infectionserregern erinnert sei, bei denen die untere Grenze für die Wirksamkeit dieses Infectionsmodus ermittelt werden sollte. Würde man eine grosse Zahl von Inhalationsversuchen mit etwas grösseren Quantitäten von Milzbrandsporen anstellen, dann wäre es gewiss ausführbar, eine Mortalität von 100 % zu erlangen. Allein was hätte das für einen Werth?

In den früheren Abschnitten wurde bereits mehrfach darauf hingewiesen, dass zum vollkommen befriedigenden Beweis für die Passirbarkeit der Lunge eine derartige Statistik, und wenn sie auch 100 % Mortalität ergeben sollte, nimmermehr genügen kann. Wir haben uns deshalb bemüht, directe Beweise zu erbringen, und das ist in der That vollständig gelungen. Ich erinnere an die im II. Abschnitt mitgetheilten Untersuchungen der Lungen der Inhalationsthiere mittels Plattenculturen, welche in zahlreichen Fällen ausgeführt wurden, und welche ergaben, dass in den Lungen eine Vermehrung der reichlich eingeathmeten Infectionserreger stattgefunden hatte.

Der directeste Nachweis aber für das Eindringen auf dem Lungenwege wurde durch die mikroskopische Untersuchung der Lungen von Inhalationsthieren erbracht, die 20 bis 24 Stunden nach der Inhalation, zur Zeit des eben beginnenden Infectionsprocesses getödtet worden waren. Darin, dass dieser Nachweis in zwei völlig unabhängigen Versuchsreihen,

bei der trocknen Verstäubung und dann wieder bei der Inhalation auf nassem Wege in gleich vollkommener Weise geführt werden konnte, erblicke ich den unumstösslichen Beweis für die Thatsache der Passirbarkeit der Lungenoberfläche für Infectionserreger.

Die bei der ersten Versuchsreihe erhaltenen Präparate (Taf. 1 Fig. 2) unterscheiden sich aber von den bei nasser Zerstäubung erlangten (Taf. 1 Fig. 4) ganz entschieden dadurch, dass bei ersteren ein Eingeschlossensein von Milzbrandbacillen in Blutcapillaren nirgends zu constatiren war, während gerade dieser Befund die Präparate der zweiten Versuchsreihe charakterisirte. Wir haben es also offenbar mit zwei verschiedenen, auf einander folgenden Stadien des Processes zu thun, die hier in ihren Einzelheiten klar vor unseren Augen liegen. Zuerst keimen die Milzbrandsporen aus, dann gibt es ein Stadium, wo sich kleine Gruppen von Bacillen auf der Alveolarwand und in gewissen Schichten derselben zwischen und unter den Alveolarepithelien finden; dann aber, im zweiten Stadium findet man einzelne herdweise Ansammlungen von grösseren Mengen von Milzbrandbacillen im Lungengewebe, und diese Bacillen liegen bereits grösstentheils in den Bahnen der Blutcapillaren eingeschlossen.

Es fragt sich jetzt bloss: wie und auf welchem Wege hat sich dieser Uebertritt in die Blutbahnen vollzogen? Denkbar sind hiefür nur drei Möglichkeiten, von denen die eine allerdings im vorhinein als ausgeschlossen bezeichnet werden muss. Wir wollen dieselbe trotzdem mit einigen Worten erörtern.

Es wäre zunächst denkbar, dass die in den Lungencapillaren vorgefundenen Bacillen gar nicht von den Sporen abstammen, welche bei der Inhalation in die Alveolen aufgenommen wurden, sondern von anderen, die während des Inhalationsversuches zufällig verschluckt wurden. Hiergegen spricht vor allem die Kürze der Zeit (23½ Stunden) zwischen Inhalation und Tödtung des Thieres. Der Versuch mit maximaler Sporenfütterung bei Meerschweinchen hatte ergeben, dass alle Thiere erst nach dem vierten Tage erlagen Es ist daher unmöglich, dass vom Darme

aus schon nach 23 Stunden beträchtliche Herde in der Lunge erzeugt werden. Wenn sogar maximale Sporenmengen so lange Zeit gebrauchen, um nach Durchwanderung des Magens vom Darmkanale aus im Körper einen Infectionsprocess einzuleiten, dann können die minimalen Quantitäten, welche etwa zufällig verschluckt wurden, nicht in doppelt so kurzer Zeit das nämliche bewirken. Ueberhaupt ist aber die Möglichkeit einer Infection vom Darm aus durch solche minimale Quantitäten absolut zu bestreiten. Die Platteculturen der Milz ergaben ausserdem das vollkommene Fehlen von Milzbrandbacillen, woraus auf Freisein des grossen Kreislaufs und des Gesammtorganismus geschlossen werden darf. Allem nach muss die Annahme einer Verschleppung in die Lunge von irgend einer anderen Stelle her, speciell vom Darmkanale aus, somit entschieden zurückgewiesen werden.

Alsdann bleibt nur der Ausweg, die innerhalb der Capillaren vorgefundenen Bacillen direct von den inhalirten Sporen abzuleiten. Hier sind nun zwei Möglichkeiten vorhanden: entweder handelt es sich um Transport auf dem Lymphwege nach den Bronchialdrüsen, von wo die Keime in's Blut und dann zunächst wieder in den kleinen Kreislauf gelangen konnten — oder es handelt sich um directen Uebertritt in die Blutbahn.

Diese beiden Möglichkeiten schliessen sich gegenseitig nicht aus. Beide Wege können vielleicht gleichzeitig betreten werden. Für den Lymphweg spricht zunächst das Resultat der Untersuchungen von Muskatblüth, der 17 Stunden nach der Injection von Milzbrandbacillen in die Trachea reichliche Bacillen in den Bronchialdrüsen nachzuweisen vermochte. Ferner spricht hierfür das im I. Abschnitt erörterte Resultat der Untersuchungen Arnold's über Staubinhalation, bei denen innerhalb weniger Stunden bereits der Uebertritt inhalirter Staubkörperchen in die Bronchialdrüsen nachgewiesen werden konnte.

Ein rascher Uebergang inhalirter Milzbrand-Sporen oder -Stäbchen in die Bronchialdrüsen ist sohin unzweifelhaft möglich. Aber es fragt sich, wie langer Zeit bedarf es, bis von dort dann ein Uebertritt in die Blutbahn zu erfolgen vermag? Auch hierauf glaubte Muskatblüth eine Antwort

gefunden zu haben, indem er angibt, dass bei Thieren, die der trachealen Milzbrandinfection nach 48 Stunden erlegen waren, in den Bronchialdrüsen keine Milzbrandbacillen mehr zu finden waren. Folglich mussten dieselben, so schliesst er, bereits wieder weitergewandert und in die Blutbahn übergetreten sein. Es ist jedoch klar, dass ein solcher negativer Befund einen bestimmten Schluss noch keineswegs gestattet. Es wäre ja auch möglich, dass die Milzbrandbacillen, welche 17 Stunden nach der Injection in den Bronchialdrüsen noch nachweisbar waren, 30 Stunden später deshalb nicht mehr gefunden werden konnten, weil dieselben in den Bronchialdrüsen zu Grunde gegangen waren. Muskatblüth schliesst auf eine Weiterwanderung eben nur deshalb, weil er die Bacillen später in der Blutbahn vorfand. Allein dieser Befund beweist deshalb nichts für den angenommenen Zusammenhang, weil noch eine weitere Möglichkeit für den Uebertritt in die Blutbahnen existirt.

Was ferner die Verhältnisse bei der Staubinhalation betrifft, so sprechen dieselben entschieden zu Ungunsten eines raschen Durchtritts durch die Bronchialdrüsen. Denn hier ist das Zeitintervall zwischen Aufnahme von Staubtheilchen in die Bronchialdrüsen und Abgabe aus denselben sogar unendlich gross, d. h. die Bronchialdrüsen fungiren als vollkommen dichte Filter, die überhaupt keine Passage gestatten. Bei Infectionserregern trifft das allerdings meines Erachtens nicht zu, wie bereits im I. Abschnitt erörtert wurde. Aber für so leicht darf man die Passage doch auch nicht halten, dass dieselbe schon im Zeitraum einiger Stunden sich vollziehen könnte, sondern es wird immer gewisser krankhafter Veränderungen in den Lymphdrüsen bedürfen, um den Durchtritt zu ermöglichen. Das stimmt wenigstens mit unseren klinischen Erfahrungen über die Betheiligung von Lymphdrüsen bei Infectionsprocessen am Menschen überein.

Auf Grund dieser Darlegungen möchte ich es somit für ausgechlosssen erklären, dass die in den Blutcapillaren in unseren Präparaten vorgefundenen Milzbrandbacillen auf dem Umwege der Lymphbahnen und Bronchialdrüsen, schliesslich des kleinen Kreislaufes dorthin gelangt sein konnten. Die Kürze der Zeit,

welche hierzu verfügbar gewesen wäre, scheint mir entschieden dagegen zu sprechen. Denn die Grösse der in der Lunge aufgefundenen Herde beweist, dass hier schon seit einer Reihe von Stunden Vermehrung stattgefunden haben musste.

Somit bleibt nur die Möglichkeit des directen Uebertritts der aus den inhalirten Sporen herangewachsenen Bacillen in die Blutbahn noch übrig, und diese Annahme ist in der That die nächstliegende und, wie ich glaube, die einzig berechtigte. Es hiesse den Erscheinungen Zwang anthun, wenn man dieselben anders erklären wollte. Dass bei der Inhalation die Sporen bis in die Alveolen gelangten, ist nach allen unseren Untersuchungen sicher; dass hier dann Auskeimung stattfindet, beweisen die mikroskopischen Präparate aus den Versuchen mit trockener Sporeninhalation. Da wir nun aber 23½ Stunden nach der Einathmung bereits grössere Herde im Lungengewebe und der Blutbahn vorfinden, so muss darauf geschlossen werden, dass hier an Ort und Stelle der Uebertritt erfolgt ist. Wenigstens kann man behaupten, dass sich ein directerer Beweis für den Uebergang überhaupt niemals wird erbringen lassen. Den Moment des Uebertritts selbst wahrzunehmen, das wird, wie bereits im vorhergehenden Abschnitte bemerkt wurde, mit irgendwelcher Zuverlässigkeit nie möglich sein.

Nachdem nun aber die positiven anatomischen Anhaltspunkte für den directen Uebertritt in die Blutbahn vorliegen, muss man doch fragen, ob denn die Annahme eines solchen Uebertritts etwas so fernliegendes enthält, dass man sich erst in letzter Linie, gewissermaassen nur im Nothfalle dazu entschliessen dürfte. Dies ist keineswegs der Fall. Im Gegentheil, wenn man die Eigenschaften der Wandung der Blutcapillaren und anderseits die Eigenschaften der Milzbrandbacterien in Betracht zieht, so ist die Wahrscheinlichkeit eines solchen Uebertritts von vorneherein sehr naheliegend. Es handelt sich durchaus nicht um ein Durchbohren durch die Wandung, wie man früher gemeint hat, sondern es handelt sich um ein Hindurchwachsen durch Lücken, welche in der Gefässwand unter dem Einfluss krankhafter Reize entstehen. Die nämlichen Lücken, welche bei

jeder beginnenden entzündlichen Reizung den Leukocyten und rothen Blutkörperchen den Durchtritt nach aussen verstatten, offenbar bedingt durch eine geringe Retraction des Plasma der Endothelien, dieselben Lücken müssen auch entstehen können, wenn ein Infectionserreger in nächster Nähe der Gefässwand lagernd hier seine chemische Thätigkeit ausübt. Die Production giftiger Substanzen muss hier für eine minimalste Stelle das nämliche bewirken können, was sonst der entzündliche Reiz in der Regel auf grösseren Gebieten hervorruft. Wenn aber nur die kleinste Lücke gegeben ist, vermögen Bacterien bei ihrer ausserordentlichen Kleinheit hindurchzuwachsen.

Darin, dass dieses Hindurchdringen schliesslich auf einer activen Thätigkeit der Bacterien, auf Wachsthum und Vermehrung beruht, liegt der Grund, weshalb inhalirte Stäubchen von Kohle etc. niemals in die Blutbahn eintreten können. Es existirt eben kein Flüssigkeitsstrom und kein mechanischer Transport in dieser Richtung. Ebensowenig können nicht-pathogene Bacterien, wenn sie auch in die Alveolen gelangt sind, jemals den Weg durch die Capillarwand zurücklegen, einfach deshalb, weil sie nicht im Stande sind, in den Geweben und Flüssigkeiten des Körpers sich zu vermehren. In der Regel dürften dieselben ausserdem, bevor eine etwaige langsame Vermehrung erfolgen könnte, durch Phagocyten aufgenommen und auf diese Weise beseitigt werden.

Um kein Missverständnis hervorzurufen, sei nochmals betont, dass diese Annahme eines directen Uebertritts in die Blutbahnen den anderen Weg durch Vermittelung der Lymphbahnen und Bronchialdrüsen nicht ausschliessen soll. Beide Wege können gleichzeitig betreten werden. Der Transport auf dem Lymphwege bis in die Bronchialdrüsen, welcher ein rein mechanischer Vorgang ist, muss jedenfalls auch bei pathogenen Bacterien stattfinden können, geradesogut wie bei leblosen Kohlensplittern, Zinnoberkörnchen u. s. w. und die Versuche von Muskatblüth haben ja bewiesen, dass bei Milzbrandbacterien ein Transport bis dahin stattfindet. Ebenso müssen auch nicht-pathogene Bacterien, sowie sie in der gewöhnlichen Athemluft als Stäubchen vorkommen,

bis in die Bronchialdrüsen verschleppt werden können. Hier aber wird sich dann ein grosser Unterschied zeigen; während die leblosen Stäubchen und die nicht-pathogenen Bacterien vollkommen zurückgehalten werden, wobei letztere früher oder später zu Grunde gehen und resorbirt werden, dürfte dieses Schicksal den pathogenen Bacterien nicht immer und nicht immer in gleichem Maasse zu Theil werden. Es soll also durchaus nicht geleugnet werden, dass eine Durchtrittsmöglichkeit auf diesem Wege für pathogene Bacterien existirt, sondern es sollte nur festgestellt werden, welcher Weg in unserem Falle, bei unseren Präparaten, als der wirklich betretene, angenommen werden muss, und das kann nach den vorstehenden Erörterungen eben nur derjenige des directen Uebertritts in die Blutbahn sein.

Der Durchtritt von Bacterien durch die intacte Lungenoberfläche ist stets und unter allen Umständen ein **activer** Vorgang. Dieser Satz kann als eines der wichtigsten Resultate unserer Untersuchungen bezeichnet werden. Insoferne hat Flügge in gewissem Sinne Recht, wenn er die »intacte« Lungenfläche als unpassirbar bezeichnet. Denn in demselben Augenblick, wo ein actives Durchdringen stattfindet, ist eben die »Intactheit« aufgehoben. Ein rein mechanischer Transport und Durchtritt findet nicht statt; hierfür sind alle Pforten bei intacter Lungenoberfläche verschlossen, ebensogut für nicht-pathogene Bacterien wie für leblose Stäubchen. Aber es hätte keinen Werth, wenn man die »Intactheit« in diesem Sinne definiren wollte.

Dagegen bedarf der Begriff der »pathogenen« Bacterien nothwendig einer näheren Definition mit Rücksicht auf diese Verhältnisse, weil durch die unbestimmte Fassung desselben Missverständnisse bereits hervorgerufen wurden und ohne Zweifel von neuem entstehen würden.

Flügge und dessen Schüler Wyssokowitsch, sowie in neuester Zeit Lähr, der unter Leitung Ribbert's seine schönen und lehrreichen Versuche ausführte, haben »pathogene« Bacterien auf die Lungenoberfläche gebracht und dennoch einen Durchtritt nicht constatiren können. Die »pathogenen Bacterien, mit denen

experimentirt wurde, waren der Staphylococcus pyogenes aureus und dann Typhusbacillen; als Versuchsthiere dienten Kaninchen. Nun ist es allerdings Thatsache, dass Typhusbacillen, wenn sie in grösseren Quantitäten in die Blutbahn oder in die Peritonealhöhle von Kaninchen eingeführt werden, den Tod dieser Thiere herbeiführen. Allein wo liegt bisher ein sicherer Beweis dafür vor, dass diese Bacillen im Organismus des Kaninchens unter solchen Bedingungen sich vermehren? Im Gegentheil ist man ziemlich allgemein zu der Anschauung gelangt, dass es nur die Giftwirkung ist, welcher die Thiere erliegen. Wenn aber auch bei Injection grösserer Mengen von Typhusbacillen eine geringe Vermehrung in dem durch die Intoxication krankhaft beeinflussten, geschwächten Thierkörper stattfinden sollte, so wäre damit noch lange nicht bewiesen, dass auch einzelne Typhusbacillen, ohne die unterstützende Wirkung der Intoxication zu einer Vermehrung befähigt seien. Man wird also durchaus nicht erwarten dürfen, dass einzelne Typusbacillen, wie sie bei der Inhalation in die Lungen gelangen, zu einem activen Uebertritt in die Blutbahn daselbst befähigt seien. Derartige Versuche bei einer für Typhusbacillen nicht disponirten Thierspecies, wie es die Kaninchen sind, lassen daher von vorneherein nur ein negatives Resultat erwarten, und es kann nicht Wunder nehmen, dass Flügge dieses Resultat thatsächlich erlangt hat.

Sehr ähnlich liegen die Verhältnisse auch beim Staphylococcus pyogenes aureus, der allerdings für Kaninchen pathogen ist, aber nur bei Einverleibung etwas grösserer Mengen. In diesem Falle kann eine Vermehrung im Thierkörper zweifellos erfolgen, es kommt entweder zu localer Abscessbildung mit reichlicher Vermehrung des Staphylococcus im Eiter oder zu den bekannten Localisationen in der Niere, wo dann ebenfalls Vermehrung stattfinden kann. Aber kleine Mengen und gar vereinzelte Staphylococcus-Zellen sind nicht im Stande, bei einem gesunden Kaninchen Vermehrung und Infection zu bewirken. Dafür haben die Untersuchungen von Grawitz und de Bary neuerdings Beweise beigebracht[1]), so

1) P. Grawitz und W. de Bary: Ueber die Ursachen der subcutanen Entzündung und Eiterung. Virchow's Archiv 1887 Bd. 108 Heft 1 S. 67.

dass diese Forscher sogar zu dem Resultate gelangen, der Staphylococcus sei nur dann existenz- und vermehrungsfähig im Körper, wenn durch seine eigenen Zersetzungsstoffe oder andere geeignete Mittel (Liq. Ammon. caust. oder Zersetzungsstoffe von Bacillus prodigiosus) der Boden für seine Ansiedlung vorbereitet ist.

Auch der Staphylococcus aureus ist daher nicht im höheren Sinne infectiös für Kaninchen, sowie es etwa Milzbrand- oder Hühnercholerabacillen sind, von denen jedes einzelne Individuum unter Umständen zu einer Infection führen kann. Für andere, stärker disponirte Thierspecies könnte sich die Sache möglicherweise anders verhalten, ebenso auch für den Menschen, besonders für den kranken Menschen, wenn die Bedingungen ähnliche sind, wie sie beim Kaninchen durch die Injection von Ammoniakflüssigkeit etc. hervorgerufen werden können. Aber beim gesunden, intacten Kaninchen werden vereinzelte Staphylococcuszellen keine Vermehrung zeigen und daher nicht im Stande sein, die intacte Lungenoberfläche durch active Thätigkeit zu passiren. Die negativen Resultate mit Staphylococcus von Flügge und Lähr bezüglich Passirbarkeit der Lunge erklären sich hieraus ohne weiteres.

b) Bedingungen, welche den Durchtritt durch die Lunge verhindern.

Es kommt noch ein weiterer Punkt bezüglich der Untersuchungen von Lähr in Frage. Dieselben wurden nicht mit Inhalation, sondern mit Injection von Staphylococcus-Aufschwemmung in die Trachea (je 3 ccm) ausgeführt. Nun ist das anscheinend ein sehr wenig eingreifendes Verfahren, aber einen Reiz bedingt es eben doch, wenn Flüssigkeit in die feineren Bronchialverzweigungen gelangt und in die Alveolen aspirirt wird, besonders wenn diese Flüssigkeit Zersetzungsstoffe von Staphylococcus, wenn auch nur in geringer Menge enthält. Schon nach 8 Stunden fand denn auch Lähr die sämmtlichen Staphylococcen in Zellen, theils in Leukocyten, theils in Epithelien eingeschlossen. Diese reichliche Auswanderung farbloser Blutkörperchen und Desquamation von Epithelien muss unbedingt grossentheils auf

den Reiz bezogen werden, welchen die Injection von Flüssigkeit hervorrief. Dass hierdurch die Aussichten für ein actives Eindringen des Staphylococcus in die Blutbahn noch mehr vermindert werden, ist ohne weiteres klar. In der That hat ja Lähr den interessanten und wichtigen Nachweis erbracht, dass die von Phagocyten aufgenommenen Staphylococcen in diesen, und namentlich gerade in den Epithelien, ziemlich rasch zu Grunde gehen.

Je grösser die Reizung des Lungengewebes ausfällt, um so geringer werden die Aussichten für eine Passirbarkeit der Lunge. Das entspricht durchaus und erklärt sich aus dem activen Charakter des Durchtritts. Bereits im II. Abschnitt gegenwärtiger Untersuchungen, als es sich um die Entstehung von Pneumonie bei trockener Sporeninhalation handelte, wurden hierfür Belege beigebracht. Weitere Beweise lieferten die im III. Abschnitt mitgetheilten Versuche über die Inhalation von Milzbrandstäbchen. Der Reiz im Lungengewebe war hier kein mechanischer, sondern ein infectiöser, durch die Masse der gleichzeitig in Wirksamkeit tretenden Bacillen bedingt. Die Folge war eine höchst intensive Pneumonie und die weitere Folge dieser eine auffallende Verzögerung der Gesammtinfection des Körpers mit Milzbrand, trotz der colossalen Menge von Bacillen, welche in den Lungen zugegen waren. Ich erinnere an die dort mitgetheilten Befunde, wonach die Milz bei diesen Thieren sehr klein und nur vereinzelte Milzbrandbacillen enthaltend angetroffen wurde. Man hätte umgekehrt erwarten sollen, dass hier, wo gleich bei der Inhalation so grosse Massen von Milzbrandbacillen in die Lungen gelangten und eine so heftige primäre Localisation entstand, recht frühzeitig und reichlich der Uebergang in's Blut und den Gesammtorganismus stattfinden müsse. Aber diese Voraussetzung wäre falsch gewesen. Im Gegentheile hat die pneumonische Reizung den Uebertritt offenbar gehemmt und verzögert.

Diese Gesichtspunkte erklären auch den negativen Ausfall neuester Versuche von Hildebrandt, der im Königsberger pathologischen Institut eine ausgedehnte Experimentaluntersuchung über das Verhalten der in die Luftwege eindringenden Infections-

organismen anstellte [1]). Nach einem Bericht von Baumgarten (pathologische Mykologie II. Hälfte S. 455) gelang es bei diesen Versuchen nicht, ›Kaninchen ›durch intratrachealen Import selbst von relativ colossalen Mengen von Milzbrandbacillen oder -Sporen erfolgreich zu inficiren; Meerschweinchen wurden zwar meist nach der gleichen Applicationsweise des Virus milzbrandig, indessen war das positive Versuchsergebnis hier nicht rein, weil wegen heftiger und anhaltender Regurgitation der injicirten Flüssigkeit das Zustandekommen eines verbreiteten Anthrax des Halszellgewebes nicht verhütet werden konnte«. Nach dieser Beschreibung kann gar nicht daran gezweifelt werden, dass viel zu grosse Mengen von Milzbrandflüssigkeit bei diesen Versuchen verwendet wurden. Obwohl im allgemeinen der Satz richtig ist, dass grosse Mengen dort noch wirksam sein können, wo kleine Quantitäten ihre Wirksamkeit versagen, so gilt diese Folgerung doch nicht überall, auch nicht im Gebiete der Infectionslehre. Wenn bei unseren Versuchen schon die Inhalation in der Luft schwebender Milzbrandbacillen einen so kräftigen Reiz ausübte, dass dadurch heftige Pneumonie erzeugt und der Uebertritt der Bacillen in's Blut wesentlich behindert wurde, dann ist es sicher, dass bei den Versuchen von Hildebrandt, wo sogar anhaltende Regurgitation der Milzbrandflüssigkeit vorkam, dieser Reiz ein so intensiver wurde, dass hieraus die vollkommene Verhinderung des Durchtritts durch die Lunge sich zur Genüge erklärt. Der Unterschied dieser Versuche von Hildebrandt gegenüber jenen von Muskatblüth dürfte gerade in den injicirten Quantitäten zu erblicken sein, die bei letzterem Forscher nach seiner Angabe nur 0,2 bis 0,3 ccm betrugen. Vermuthlich ist das gerade das Maximum, wobei noch ein positiver Erfolg bezüglich des Durchtritts zu erhoffen steht.

Auch die mit Milzbrand bisher angestellten Experimente bestätigen somit den bereits von Lähr und Ribbert auf Grund ihrer Untersuchungen formulirten Satz, dass die Entzündung der Lunge einen für den Gesammtorganismus nützlichen Vorgang bedeutet, indem sie das Eindringen der

1) Die Arbeit ist noch nicht publicirt.

Infectionserreger durch die Lungen in's Innere des Körpers verhindert. Jedenfalls spielt hierbei die Thätigkeit der Phagocyten eine Hauptrolle, wenn auch ohne Zweifel noch andere Veränderungen in einem entzündeten Gewebe vor sich gehen können, welche die Vermehrung eingedrungener Bacterien zu verhindern im Stande sind. Die Phagocyten aber werden um so zahlreicher und energischer in Thätigkeit treten, je grösser die entzündliche Reizung ausfällt. Die Inhalation isolirter Keime, die ohne jede reizende Nebenwirkung von der Alveolarwand aus ihre Vermehrung beginnen und in die Blutbahn einwandern können, mag daher in vielen Fällen ein wesentlich gefährlicherer Infectionsmodus sein, als die Einspritzung grösserer Mengen des nämlichen Infectionserregers, wenn dadurch eine heftige Reizung bedingt ist. Ja sogar bei der Inhalation wird es eine Grenze, ein Optimum der wirksamen Quantität geben, jenseits dessen die entstehende Reizung den Erfolg bezüglich des Durchtritts durch die Lunge wiederum beeinträchtigt. Unsere Versuche mit Inhalation von Milzbrandstäbchen beweisen das, und auch Versuch 40 mit Hühnercholerabacillen zeigt, dass bei Inhalation grösserer Mengen entzündliche Reizung der Lungen bewirkt werden kann, welche ohne Zweifel bei stärkerer und allgemeiner Ausbreitung in diesem Sinne hemmend wirken könnte. Bei Inhalation von Sporen wird das viel weniger in Betracht kommen, weil diese, so lange sie nicht ausgekeimt sind, eine reizende Wirkung nicht zu üben vermögen. Aber bei Anwendung vegetativer Zustände von pathogenen Spaltpilzen zu Inhalationsversuchen, welche einen Durchtritt durch die Lunge erweisen sollen, wird man bezüglich der Quantität diejenigen Versuchsbedingungen einzuhalten haben, welche wir bei unseren Versuchen angewendet haben, wenn man günstige Resultate erhalten will.

Vollkommen in Uebereinstimmung mit diesen Erörterungen steht, dass wir in unseren Lungenschnitten aus der Zeit der beginnenden Milzbrandinfection bei Sporeninhalation keinerlei Reizungserscheinungen, keine Phagocyten und keinen Einschluss von Milzbrandstäbchen in Zellen wahrgenommen haben. Gerade deshalb, weil keine Reizung eintrat, weil die Infection sich

gewissermaassen in den Organismus des Thieres hineinschlich, haben diese Inhalationsversuche ein so promptes Resultat ergeben. Denn an und für sich ist beim Milzbrand des Meerschweinchens das Eingeschlossensein von Bacillen in Stäbchen durchaus keine normale Erscheinung; im Gegentheil findet man bei milzbrandigen Thieren die Stäbchen immer frei, und man bemerkt hier nichts von Phagocytose. Nur bei einem mit Reizung verbundenen Infectionsmodus können Einschlüsse zu Stande kommen, und das ist eben der Fall, wenn Milzbrandstäbchen zugleich mit einer reizenden Flüssigkeit dem Lungengewebe einverleibt werden, wie das bei den Versuchen von Muskatblüth geschah. Hier finden sich dann reichliche Zelleinschlüsse, weil entzündliche Erscheinungen bewirkt sind, und weil ausserdem ein beträchtlicher Theil dieser von aussen eingeführten, nicht im Thierorganismus selbst und unter den dortigen Bedingungen erwachsenen Stäbchen ungeeignet ist, einen erfolgreichen Kampf mit den Phagocyten zu führen. Diese letzteren fallen daher den Phagocyten zum Opfer und bleiben für den Infectionsvorgang ausser Betracht. Die freien Stäbchen dagegen, von denen Muskatblüth ja ebenfalls eine stattliche Zahl vorfand, sind befähigt, sich weiter zu vermehren und den Infectionsprocess einzuleiten.

c) Welche Arten von Infectionserregern sind geeignet zum Durchtritt durch die intacte Lungenoberfläche?

Wir haben schliesslich die Frage zu erörtern, welche Infectionserreger, gleich den Milzbrand- und Hühnercholerabacillen u. s. w. in diesen Untersuchungen, voraussichtlich im Stande sein werden, die intacte Lungenoberfläche zu passiren?

Vor allem geeignet werden hierzu sein die Blutparasiten, d. h. diejenigen Infectionserreger, welche im Blute zu leben und sich zu vermehren im Stande sind. Der Grund hierfür ist einleuchtend, da diese allein befähigt sein können, den directen, activen Uebergang in die Blutbahnen der Lunge, wie er in diesen Untersuchungen für die Milzbrandbacillen nachgewiesen wurde, zu bewerkstelligen. Alle anderen Infectionserreger sind von diesem Modus des Uebertritts vollkommen aus-

geschlossen. Denn, wie sollten Bacterien auf andere Art in die Haargefässe eines intacten Gewebes eindringen können, als dadurch, dass sie eben durch Lücken der Wandungen derselben hineinwachsen, d. h. im Blute selbst sich, wenn auch zunächst nur auf minimalstem Raume vermehren?

Zu dieser Kategorie der Blutparasiten gehören vor allem die Milzbrandbacillen, die Bacillen der Mäuse- und Kaninchen-Septikämie, des Schweinerothlauf's, der Hühnercholera. Für alle diese besteht ohne Zweifel die Möglichkeit des directen Uebertritts in die Lungencapillaren bei allen disponirten Thierspecies. Bei den Milzbrandbacillen möge auf diese Thatsache hinsichtlich der natürlichen Entstehung des Milzbrandes bei Rind, Pferd, Ziege und Schaf, bei den Rothlaufbacillen hinsichtlich der natürlichen Entstehung des Schweinerothlaufs besonders aufmerksam gemacht sein. Es wäre von hohem Werth, namentlich mit Milzbrandsporen derartige Inhalationsversuche bei grösseren Thieren anzustellen. An ihrem positiven Ergebnisse wäre von vorneherein nicht zu zweifeln, und die Schwierigkeit läge nur darin, die Darminfection durch zufällig verschluckte Sporen, die sich bei den Nagern mit aller Sicherheit ausschliessen lässt, auch bei diesen für Fütterungsmilzbrand mehr disponirten Thieren mit absoluter Gewissheit auszuschalten, was indess ebenfalls ausführbar ist. Der Weg würde wiederum darin bestehen müssen, dass man darthut, eine bestimmte geringe Sporenquantität sei auf dem Fütterungswege unwirksam, während die gleiche Menge bei Zerstäubung und Einathmung tödtliche Milzbrandinfection bewirkt. Höchst wahrscheinlich genügt auch bei den Wiederkäuern, in ähnlicher Weise wie bei den Nagern, zur Infection auf dem Lungenwege schon eine viel geringere Sporenmenge als auf dem Wege der Fütterung. Ausserdem wäre auch der directe Beweis für die Lungeninfection zu führen.

So lange solche Versuche an Wiederkäuern, besonders an Hämmeln, nicht ausgeführt sind, fehlt der absolut sichere Beweis für die Möglichkeit der Infection dieser Thiere auf dem Athemwege. Aber per analogiam darf schon jetzt geschlossen werden,

dass diese Möglichkeit existirt. Da fragt es sich nun, ob nicht auf diese Weise ein vielleicht beträchtlicher Theil der Fälle von Spontanmilzbrand zu erklären sei? Gelegenheit zur Zerstäubung von Milzbrandsporen auf nassem oder trockenem Wege und somit zur Einathmung wird oft genug vorhanden sein. Man könnte jedoch einwenden, dass die Frage des Spontanmilzbrandes bereits entschieden und dieser ein für allemal als Darmmilzbrand nachgewiesen sei.

Indess sind die hierfür vorliegenden Beweise keineswegs zwingend. In den Untersuchungen von Koch, Gaffky und Löffler[1]) wurde zwar bei einigen an Spontanmilzbrand (bei Stallfütterung) verendeten Thieren der Nachweis vorhandener Veränderungen in der Darmwand erbracht, und es wurde in einem Falle direct constatirt, dass hier die Milzbrandinfection stattgefunden habe, gerade so wie bei den experimentell mit Sporen gefütterten und inficirten Hämmeln. Allein dieses Beobachtungsmaterial ist doch nur ein kleines und würde einen Schluss auf das Verhalten des Spontanmilzbrandes im allgemeinen, bei den grösseren Epizootien mit ihrer so merkwürdigen Abhängigkeit von zeitlichen und örtlichen Factoren, nur dann gestatten, wenn eben andere Infectionsmöglichkeiten ausgeschlossen wären.

Selbst das häufige Auftreten von Darmlocalisationen beim Spontanmilzbrand beweist an sich nicht nothwendig die Entstehung vom Darme aus, weil auch secundär, metastatisch, carbunculöse Affectionen der Darmschleimhaut zu Stande kommen können. Es ist bekannt, dass auch bei Menschen, die an Anthrax infolge von Hautinfection erlegen sind, gar nicht selten carbunculöse Herde auf der Schleimhaut des Verdauungskanales sich finden, die ganz sicher zum Theil metastatischer Natur sind, da neben den Darmherden bisweilen auch ganz gleichartige Herde in der Magenschleimhaut gefunden werden, welche nach unserem gegenwärtigen Wissen nur als von der Blutbahn aus entstanden gedacht werden können. Möglicherweise können somit in vielen Fällen von anscheinendem Darmmilzbrand der grösseren Thiere die carbunculösen Herde

1) Mittheilungen aus dem kais. Gesundheitsamte 1883 Bd. 2 S. 147.

der Darmschleimhaut ebenfalls auf metastatischem Wege entstanden sein.

Bei Blutparasiten ist der Ort des Eintritts in den Körper, d. h. in die Blutbahn, durchaus nicht immer durch makroskopische Veränderungen gekennzeichnet. Das gilt vor allem für die Infection auf dem Lungenwege. Wir haben zur Genüge gesehen, dass entzündliche Veränderungen des Lungengewebes gerade im Gegentheil dahin wirken, den Uebertritt der Infectionserreger in's Blut zu verhindern. Bollinger hatte die Pneumonie, welche wir durch Inhalation reichlicher Milzbrandstäbchen bewirkt hatten, mit einem Anthrax-Carbunkel verglichen, und gerade diese Pneumonie behinderte und verlangsamte die Infection des Gesammtorganismus, während in allen den zahlreichen Fällen von Sporeninhalation oder von Inhalation der Hühnercholerabacillen, wo keine makroskopisch sichtbaren Veränderungen an der Eintrittsstelle erfolgten, der Uebergang und die Infection des Gesammtorganismus mit grosser Leichtigkeit und Schnelligkeit erfolgte. Die bisherige Lehre, wonach die Invasionsstätte eines Mikroorganismus in der Regel durch gröbere, sichtbare Veränderungen gekennzeichnet ist, besitzt somit keine allgemeine Gültigkeit.

Wir kommen nun zu den beim Menschen als Infectionserreger wirksamen Blutparasiten. Zunächst zu erwähnen ist auch hier wieder der Milzbrandbacillus, der bei der sog. »Hadernkrankheit« höchst wahrscheinlich von der Lunge aus aufgenommen wird, in jenen Fällen nämlich, wo alle wahrnehmbaren Zeichen für einen Eintritt an anderer Stelle (Haut- oder Darmcarbunkel) fehlen. Ausserdem kommen hier besonders in Betracht Febris recurrens und Malaria. Die Spirillen des Rückfallstyphus sind exquisite Blutparasiten; die Möglichkeit ihres directen Uebertritts in die Blutbahn, wenn sie durch Einathmung bis in die Alveolen gelangt sind, ist mit Wahrscheinlichkeit anzunehmen. Bei Malaria ferner handelt es sich ebenfalls um einen Blutparasiten, nämlich um jene, zuerst von Marchiafava und Celli genauer beschriebene, im Innern der rothen Blutkörperchen lebende Coccidienform, welche sich durch Doppelfärbung, wie aus

Präparaten Metschnikoff's hervorgeht, sicher als ein selbständiger Organismus, nicht etwa eine blosse Degenerationserscheinung, erkennen lässt [1]). Wenn dieser im Blute lebende Parasit in der That die Ursache der Malaria bildet, dann erscheint auch hier die Möglichkeit eines directen Uebertritts des Infectionserregers in die Blutbahnen der Lunge annehmbar, und dies würde sehr gut mit unseren epidemiologischen Erfahrungen bei Malaria übereinstimmen, welche entschieden gegen eine Aufnahme der Infection auf dem Verdauungswege und sehr zu Gunsten des Athmungsweges sprechen.

Tuberkel- und Rotzbacillen, die in ihrem Verhalten so viele Analogie zeigen, sind im Gegensatze zu den bisher erwähnten keine Blutparasiten. Allerdings können im Blute hochgradig tuberculöser Menschen und hochgradig inficirter Versuchsthiere unter Umständen Tuberkelbacillen nachgewiesen werden. Allein der Beweis, dass es sich hier um eine Vermehrung innerhalb des Gefässsystems handle, fehlt; vermuthlich haben wir es nur mit einer mechanischen Verschleppung von Bacillen zu thun, da andererseits reichlichere Befunde von solchen innerhalb von Blutgefässen fehlen. Man könnte zwar an die Tuberkel in der Intima grösserer Venen erinnern. Allein gerade diese beweisen, dass ein Hindurchwachsen in die so naheliegende Blutbahn nicht leicht oder überhaupt nicht stattfindet.

Demnach wird auch ein directer Uebergang aspirirter Tuberkel- oder Rotzbacillen in die Blutbahnen der Lunge nicht anzunehmen sein. Die Inhalationsexperimente mit Tuberkelbacillen haben das längst bestätigt, indem keine sofortige Allgemeininfection des Thierkörpers, sondern eine localisirte Tuberculose der Lungen sich entwickelt. Erst secundär entstehen Localisationen

---

1) Auch negative Gründe sprechen zu Gunsten dieser endocellulären Parasiten, die Thatsache nämlich, dass specifische Bacterien im Körper Malariakranker und besonders im Blute absolut nicht aufgefunden werden können. Die nachgewiesene Infectiosität des Blutes bei Uebertragung auf Gesunde (Gerhardt, Marchiafava und Celli) muss deshalb nothwendig auf eben jene Coccidien zurückgeführt werden, die ihrerseits als thierische Parasiten in unseren künstlichen Nährmedien begreiflicherweise sich nicht cultiviren lassen.

in inneren Organen, aber höchst wahrscheinlich nicht durch directen Uebergang von Tuberkelbacillen in die Blutbahnen der Lungen, sondern durch Transport auf dem Lymphwege und successive tuberculöse Infection der intrapulmonalen Lymphfollikel, schliesslich der Bronchialdrüsen, von wo dann bei voll-virulenten Bacillen und empfänglichen Thieren ein Uebergang ins Blut erfolgen kann. Baumgarten macht mit Recht darauf aufmerksam, dass diese Passage durch Lymphdrüsen kein einfach mechanischer Transport sei, sondern dass die Infectiosität der betreffenden Tuberkelbacillen dabei die entscheidende Rolle spielt. Eben daraus erklärt es sich, weshalb die menschliche Phthise relativ selten zu frühzeitigen Localisationen in inneren Organen führt, wie es der Fall sein müsste, wenn fortgesetzt Tuberkelbacillen aus der Lunge in den Kreislauf übergeführt würden. Der Weg durch die Bronchialdrüsen ist ein relativ schwieriger und langsamer. Leblose Stäubchen und nicht-pathogene Bacterien können da überhaupt nicht passiren. Es wurde bereits oben auseinandergesetzt, dass eine active Thätigkeit des betreffenden Mikroorganismus zu dieser Art des Durchtritts erforderlich ist. Bei der menschlichen Lungentuberculose kommt daher die Passage auf dem Lymphwege in der Regel erst zu Stande, wenn im Verlaufe längerer Erkrankung die Kräfte des Organismus allmählich sinken, dessen Disposition also gewissermaassen wächst, während die Verschleppung von Bacillen auf dem Lymphwege immer häufiger wird. Unter diesen Umständen gelingt es dann einzelnen Bacillen, die Hindernisse zu überwinden, sich der vernichtenden Angriffe der Phagocyten zu erwehren und vielleicht eine auf minimalste Bezirke beschränkte Erweichung der absperrenden Lymphdrüsen zu bewirken, welche den Eintritt in die Vasa efferentia derselben ermöglicht.

Aus dieser Darstellung geht übrigens auch hervor, dass die primäre Localisation im Lungenwege eigentlich gar nicht nöthig ist, um einen eventuellen Durchtritt aspirirter Tuberkelbacillen durch die Lunge zu Stande kommen zu lassen. Da dieser Durchtritt kein directer ist, sondern auf den Lymphbahnen sich vollzieht und deshalb ausschliesslich von den Schwierigkeiten

und Schicksalen des Transports durch die Lymphdrüsen abhängt, so ist auch ein Uebergang aspirirter Tuberkelbacillen in innere Organe, ohne locale Lungentuberculose ganz gut denkbar. Manche klinische Erfahrungen von primärer Tuberculose innerer Organe sprechen für das thatsächliche Vorkommen dieses Vorganges.

Bei den Rotzbacillen, bei denen unsere Kenntnisse über diese Dinge im allgemeinen viel spärlicher sind, vermag ich eine experimentelle Bestätigung anzuführen, die augenscheinlich für einen derartigen Zusammenhang spricht.

Am 3. Februar 1888 wurden zwei Meerschweinchen in der nämlichen Weise, wie dies bei allen im III. Abschnitt mitgetheilten Versuchen geschah, der Inhalation zerstäubter Rotzbacillen (Agarcultur suspendirt in 40 ccm Wasser) für ½ Stunde ausgesetzt. Nach 6 Tagen zeigten beide Thierchen hörbar erschwertes Athmen und bräunliches Secret an den Nasenöffnungen. Beide Thierchen erlagen, das eine bereits nach 14, das andere nach 39 Tagen unter starker Abmagerung. Bei beiden war der Sectionsbefund, der durch Cultur und bacteriologische Untersuchung bestätigt wurde, ein sehr merkwürdiger.

Zunächst sei der Befund bei dem später, 39 Tage nach der Inhalation erlegenen Thierchen kurz erwähnt:

Starker Meteorismus. An den Nasenöffnungen äusserlich nichts wahrzunehmen: beim Eröffnen des Naseneingangs auf der Schleimhaut eitriger Belag, jedoch keine Knötchen oder Narben. Axillardrüsen rechts etwas geschwellt, links normal; Leistendrüsen auf beiden Seiten etwas vergrössert. Lunge zeigt im ganzen natürliche Farbe und Beschaffenheit. Nur im rechten Oberlappen findet sich eine, etwas mehr als erbsengrosse, stark injicirte Stelle, die sich derb anfühlt. Auf dem Durchschnitt zeigt sich hier eine im ganzen keilförmige, aber aus verschiedenen confluirenden Herden bestehende lichtgelbe Infiltration. Eine Tracheal- und eine Bronchialdrüse finden sich vergrössert. Die Milz ist vergrössert, namentlich im Querdurchmesser, von normaler Farbe. An der Oberfläche und auf dem Querschnitt zeigen sich ziemlich viele miliare, hellgelbe, prominirende Knötchen. Leber normal. Nieren hyperämisch, sonst normal. Magen und Dickdarm sind meteoristisch aufgetrieben; ersterer zeigt wenig wässerigen Inhalt. Die Schleimhaut des ganzen Darmkanales durchaus intact und von normaler Beschaffenheit; ebenso die Mesenterialdrüsen.

Von diesem Befund scheint mir das bemerkenswertheste, dass in der Lunge nur ein einziger, circumscripter, allerdings grösserer

Rotzknoten im rechten Oberlappen sich gebildet hatte, während die ganze übrige Lunge intact blieb. Da bei der Inhalation zweifellos in sehr viele Lungenpartien Rotzbacillen gelangten, muss der grösste Theil derselben ohne Wirkung geblieben sein. Wäre die Inhalation mit virulenterem Material ausgeführt worden, als solches gerade zur Verfügung stand, dann wäre die Wirkung wohl eine allgemeinere gewesen, ähnlich wie sie das bei der Inhalation von Tuberkelbacillen in der Regel ist. Hier aber fanden sich nur im rechten Oberlappen zufällig die günstigen Bedingungen für Ansiedelung der Rotzbacillen; vielleicht war zufällig eine etwas grössere Menge von solchen dorthin gelangt. Wäre dieser günstige Zufall nicht eingetreten, dann hätte vielleicht die ganze Lunge in diesem Falle frei bleiben können von rotzigen Eruptionen. Man kommt hierdurch unwillkürlich zu der Frage, ob nicht auch in diesem Falle die nachgewiesene rotzige Affection der Milz hätte zu Stande kommen können, ob gerade der Rotzknoten im rechten Oberlappen das Bindeglied darstellt zwischen Inhalation und Milzaffection?

Hierauf gibt der Befund bei dem früher, bereits nach 14 Tagen erlegenen Thierchen eine unzweideutige Antwort, indem hier in der That die Lunge völlig intact sich zeigte und dennoch das Vorhandensein beginnender miliarer Rotzeruptionen in der Milz unzweideutig constatirt werden konnte. Ich übergehe die Einzelheiten des Befundes in diesem Falle und bemerke nur, dass die Rotzbacillen in der Milz durch Cultur nachgewiesen wurden, sowie, dass irgendwelche Anzeichen für eine Infection vom Darmkanale her völlig fehlten. Die letztere Möglichkeit dürfte überhaupt, bei der äusserst geringen Empfänglichkeit der Meerschweinchen für rotzige Infection vom Darme aus und bei der geringen Virulenz der verwendeten Cultur, völlig auszuschliessen sein. Es bleibt daher nur übrig, eine Infection von der Lunge her anzunehmen, von der ich mir nur vorstellen kann, dass sie auf dem Lymphwege, und zwar unabhängig von jeder primären Localisation im Lungengewebe, zu Stande gekommen ist. Die näheren Details dieses Vorganges müssen allerdings erst künftig erforscht werden. Eine besonders vergrösserte Bronchialdrüse

konnte in unserem Falle nicht nachgewiesen werden. Trotzdem ist es wohl zweifellos, dass die Drüsen den Ort der Passage dargestellt haben. Sohin wäre die primäre Localisation in der Lunge keine conditio sine qua non für den Durchtritt inhalirter Rotzbacillen ins Blut und in innere Organe, und somit darf man wohl annehmen, dass auch bei Tuberkelbacillen etwas derartiges möglich ist, und dass eine primäre Nieren-, Hoden- oder Knochentuberculose durch Inhalation entstanden sein kann, auch wenn Localisationen im Lungengewebe absolut fehlen.

Von den übrigen Infectionserregern beim Menschen nehmen der Erysipelcoccus und die Eitercoccen hinsichtlich der hier behandelten Frage eine vermittelnde Stellung ein. Weder können dieselben als eigentliche Blutparasiten bezeichnet, noch kann die Befähigung zur Vermehrung innerhalb des Blutes gänzlich bestritten werden. Beim Erysipelcoccus ist die Anschauung, wonach derselbe nur in den Lymphspalten und Lymphgefässen sich vermehren soll, nicht richtig, da von Hartmann[1]) bei tödlichem Erysipel des Menschen die Erysipelcoccen auch in den Lebercapillaren in dichten Massen nachgewiesen wurden. Allerdings handelt es sich dabei offenbar um einen secundären, durch den krankhaften Process und die hierdurch verminderte Widerstandsfähigkeit des Organismus erst ermöglichten Vorgang. Primär dürfte solche Wucherung von Erysipelcoccen im Blute nicht vorkommen, und der Erysipelcoccus dürfte sohin zum directen Uebertritt in die Blutbahnen der Lunge beim gesunden Menschen nicht geeignet sein. Ob eine Passage auf dem Wege der Lymphgefässe und Bronchialdrüsen möglich ist, lässt sich nicht entscheiden; doch scheint dieser Vorgang bei der besonderen Befähigung der Erysipelcoccen zur Vermehrung in Lymphgefässen und Lymphdrüsen annehmbar. Es könnten dann Fälle, wie ein von Hartmann mitgetheilter von spontaner mycotischer Peritonitis, wobei ohne bestehendes Hauterysipel reichliche Erysipelcoccen im eiterigen Exsudat der Bauchhöhle vorgefunden wurden, in dieser Weise gedeutet werden.

1) H. Hartmann, Ueber die Aetiologie von Erysipel und Puerperalfieber. Dieses Archiv Bd. 7 S. 83.

Etwas klarer ist die Sachlage beim Staphylococcus pyogenes aureus und beim Streptococcus pyogenes, da für beide Eiterungserreger die Vermehrung innerhalb der Blutbahn durch ihre active Betheiligung an endocarditischen Processen erwiesen ist. Die Eignung ist sogar eine genügende, um auch beim Kaninchen, das für diese Eiterungserreger im ganzen weniger disponirt ist als der Mensch, die experimentelle Erzeugung endocarditischer Processe zu ermöglichen. Der Staphylococcus aureus findet sich hierbei frei aufgelagert auf der Oberfläche der Klappen, inmitten des Blutstromes; der Streptococcus allerdings mehr im Gewebe der Klappen. Aber bei letzterem wird durch den häufigen Befund coccenerfüllter Capillaren in der Niere und anderen Organen bei Pyämie der Beweis für die Vermehrungsfähigkeit im Blute geliefert.

Die Existenzmöglichkeit der Eitercoccen im lebenden Blute und infolge dessen die Möglichkeit eines directen activen Uebergangs in die Blutbahnen ist demnach, wenigstens beim Menschen, nicht absolut zu bestreiten. Beim Kaninchen würde sich das weniger leicht vollziehen können aus den bereits erwähnten Gründen; bezügliche Experimente bieten darum wenig Aussicht auf Erfolg. Ein allmählicher Durchtritt auf dem Wege der Lymphbahnen und Bronchialdrüsen wäre eher anzunehmen. Beim kranken Thier könnten sich die Verhältnisse dagegen anders verhalten, und ebenso dürfte beim erkrankten Menschen, wenigstens unter gewissen Bedingungen, der Durchtritt eher erfolgen können.

Es bleiben zum Schluss zu erwähnen: der Typhusbacillus und der Choleravibrio. Beides sind ebenfalls keine eigentlichen Blutparasiten. Indess vermag der erstere, wie man allgemein annimmt, gerade im Gebiete von Blutcapillaren seine eigenthümlichen Ansiedelungen im Innern der Organe des Typhuskranken zu etabliren, was eine gewisse Befähigung zum Wachsthum innerhalb des lebenden Blutes beweist. Ob auf Grund dessen an einen directen Uebertritt inhalirter Typhusbacillen in die Blutbahnen der Lunge beim Menschen gedacht werden dürfe, ist ungewiss. Bei Thieren Experimente hierüber anzustellen, bietet, solange wir keine für Typhus disponirte Thierspecies zur Verfügung haben, wenig Aussicht auf Erfolg. Selbst wenn ein Uebertritt stattfinden

sollte, werden vereinzelte Bacillen im nicht-disponirten Thierkörper bald zu Grunde gehen und nicht nachzuweisen sein. Da aber der Process des Durchtritts selbst ein activer ist, darf nicht einmal darauf gerechnet werden, dass dieser Vorgang zu Stande kommt. In der That haben Flügge und Wyssokowitsch, wie vorauszusehen, negative Resultate mit Einbringung von Typhusbacillen in die Trachea von Thieren erhalten. Diese experimentelle Unzugänglichkeit ist besonders zu bedauern angesichts des epidemiologischen Verhaltens des Abdominaltyphus, welches auf einen, durch die intestinale Infection vorläufig nicht zu erklärenden Zusammenhang des Typhus mit gewissen Vorgängen im Boden hinweist.

Beim Choleravibrio liegt die Sache ebenso ungünstig, ja sogar noch ungünstiger, insoferne wir über die Beziehungen dieses Infectionserregers zum lebenden Blute durch den Befund am cholerakranken Menschen gar keinen Aufschluss erhalten. Mit Ausnahme der vereinzelten Angaben von Babes, welcher Choleravibrionen in den Nieren von Choleraleichen nachwies, sind dieselben bisher nur im Innern des Darmkanales, und in und an den Wandungen desselben nachgewiesen. Wir sind daher lediglich auf Thierversuche angewiesen und auf Versuche an Blut, welches Thieren unter aseptischen Vorsichtsmaassregeln entnommen wurde.

Versuche letzterer Art habe ich schon vor mehr als Jahresfrist und neuerdings wiederholt angestellt. Das Verfahren zur Gewinnung des Blutes ist folgendes:

Gesunden Kaninchen wird nach vollkommener Desinfection der betreffenden Hautpartie die Carotis mittels steriler Instrumente blossgelegt und in dieses Gefäss, unter vorübergehender Hemmung der Blutzufuhr mittels Klemmpincette, eine sterile Cannüle eingebunden. Das ausströmende Blut gelangt durch einen, an der Cannüle befestigten, sterilen Gummischlauch in ein steriles, mit Glasstückchen zum Zweck des Defibrinirens versehenes Glasgefäss. Aus diesem Sammelgefäss vertheilt man nach erfolgter Defibrinirung das Blut mittels steriler Pipetten in beliebig viele sterile, mit Watte verschlossene flache Kölbchen. Man erhält auf diese Weise ein völlig steriles Nährmedium, das sich, an einem kühlen Orte aufbewahrt und gegen Verdunstung geschützt, für längere Zeit, mindestens für 14 Tage unverändert hält. Auch im Brutkasten bleibt dasselbe etwa eine Woche lang intact. Nur allmählich beginnt die Lösung der Blutkörperchen, das Blut wird mehr und mehr lackfarben.

Inficirt man solches, in flachen Kölbchen befindliches, steriles Blut mit Choleravibrionen, so erscheint dasselbe bei 37° nach 24 Stunden zwar meist noch unverändert hellroth, am zweiten Tage aber wird die Farbe bereits merklich dunkler trotz wiederholten Umschüttelns behufs Sauerstoffzufuhr zum Hämoglobin. Am dritten Tage erscheint das Blut theilweise lackfarben und am vierten findet sich bereits ein trockenes, aus Choleravibrionen bestehendes Häutchen an der Oberfläche des nunmehr ganz dunkel und missfärbig gewordenen Blutes. Gleichzeitig macht sich ein intensiver Geruch nach Schwefelwasserstoff bemerkbar, welches Gas als Product der chemischen Thätigkeit der Vibrionen im Blute zu betrachten ist. Dass der Schwefelwasserstoff nicht etwa von beigemengten anderen Bacterien gebildet sein kann, beweisen die Plattenculturen aus solchem Blute, die stets die Reinheit der Züchtung erwiesen haben. Ebenso kann man auch nicht etwa annehmen, dass im Blute bei Zersetzung durch Bacterien etwa immer H_2S gebildet werden müsse. Bei mannigfaltigen Versuchen mit Milzbrandbacterien, Staphylococcus, Erysipel, Rotzbacillen, Hühnercholera, Typhus u. s. w. konnte nirgends eine Spur von H_2S-Entwickelung im Blute constatirt werden. Die Zersetzung des Blutes durch den Choleravibrio ist demnach eine besonders energische, die Vermehrung allerdings auch eine so massenhafte wie bei keinem anderen der erwähnten Spaltpilze.

Diese starke Vermehrung, die rapide Zunahme erfolgt erst im späteren Stadium der Blutzüchtung. In den ersten 24 Stunden kann das Blut beinahe unverändert aussehen. Trotzdem findet auch hier schon, wie sich durch mikroskopische Untersuchung nachweisen lässt, eine gewisse Vermehrung statt. Beschleunigt kann diese anfängliche Vermehrung dadurch werden, dass man dem Blute einige Tropfen sterilisirter Bouilloncultur von Choleravibrionen zusetzt. Das Blut wird hierdurch zum Wachsthum von Choleravibrionen geeigneter, es erhöht sich gewissermaassen seine Disposition, eine Erscheinung, die wahrscheinlich mit der Fermentproduction von Seite der Choleravibrionen zusammenhängt. Von diesen Fermenten wurde in einer unter meiner Leitung ausge-

führten Untersuchung durch H. Bitter[1]) der Nachweis erbracht, dass dieselben Albuminate zu lösen und in Peptone überzuführen im Stande sind. Da nun die sterilisirte Cholera-Bouilloncultur diese Fermente enthält, so wird deren Zusatz zum Blut die Peptonisirung der Eiweissstoffe befördern, wodurch dieselben in eine für die Ernährung der Spaltpilzzelle geeignete Form übergeführt werden. Nebenbei bemerkt ist dies ein Fall, der schlagend gegen die Anschauung der Pasteur'schen Schule spricht, wonach die eigenen Zersetzungsstoffe der Bacterien immer befähigt sein müssten, ein Nährmedium für die betreffende Bacterienart zu verschlechtern.

Diese Versuche beweisen somit eine gewisse Vermehrungsfähigkeit des Choleravibrio im Blute, allerdings zunächst nur im defibrinirten Kaninchenblute ausserhalb des Körpers. Ein directer Schluss auf die Verhältnisse im lebenden Blute des Menschen lässt sich hieraus nicht ziehen; doch dürfte, angesichts der wesentlich grösseren Disposition des menschlichen Organismus für Cholera eine gewisse Vermehrungsfähigkeit auch im lebenden menschlichen Blute wenigstens nicht von vorneherein als ausgeschlossen zu bezeichnen sein. Bestünde dieselbe in der That, dann wäre auch ein directer Uebertritt inhalirter Choleravibrionen in die Blutcapillaren der Lunge denkbar.

Man wende nicht ein, diese Erörterungen seien deshalb gegenstandslos, weil eine Inhalation von Choleravibrionen, die ja durch Austrocknung zu Grunde gehen, überhaupt zu den Unmöglichkeiten gehöre. Im III. Abschnitt gegenwärtiger Untersuchungen wurde im Gegentheil nachgewiesen, dass Choleravibrionen an Nebelbläschen haftend in der Luft schweben und alsdann, mit ihrer vollen Lebensenergie begabt, auf Gelatineplatten abgelagert werden können. Die Inhalation solcher, mit Vibrionen beladener Bläschen und das Eindringen bis in die Alveolen wäre sonach unbedingt möglich. Ebenso dürfte der Transport des Choleravibrio, wenn er einmal bis ins Blut gelangt ist, innerhalb der Blutbahnen bis in den Darm keinen Schwierigkeiten begegnen. Durch Versuche an

1) H. Bitter, Ueber Fermentausscheidung von Vibrio Koch und Vibrio Proteus. Dieses Archiv Bd. 5 S. 241.

Meerschweinchen habe ich schon früher[1]) den Beweis geliefert, dass diese Transportirbarkeit sogar bei einer für Cholera, im Verhältnisse zum Menschen so wenig disponirten Thierart zweifellos existirt. Es wurde dort gezeigt, dass bei subcutaner Injection grösserer Mengen von Choleravibrionen (5—6 ccm Gelatine-Reincultur) die Vibrionen im Blute und ferner im Darminhalte zweifellos nachgewiesen werden können, obwohl stärkere makroskopische Veränderungen, namentlich Hämorrhagien völlig fehlten. Der Wichtigkeit dieses Befundes entsprechend wurde derselbe mit ganz besonderer Sorgfalt erhoben, und muss ich deshalb dieses Resultat gegenüber den negativen Ergebnissen von Wyssokowitsch unbedingt aufrecht erhalten. Die Verhältnisse bei derartigen Versuchen sind eben viel complicirter als die meisten sich vorstellen, und deshalb müssen die Mengenverhältnisse und namentlich die Quantitäten von Giftstoff, d. h. von Zersetzungsproducten der Bacterien, welche man gleichzeitig einverleibt, sehr genau berücksichtigt werden; sonst können die Resultate niemals übereinstimmen. Von Hueppe[2]) sind übrigens in neuerer Zeit Resultate bei intraperitonealer Einbringung von Choleravibrionen mitgetheilt worden, welche mit den obigen wohl übereinstimmen und ebenfalls ein Hineingelangen der Vibrionen ins Darmlumen ohne Vermittelung sichtbarer Hämorrhagien beweisen.

Sohin besteht für die Darmlocalisation bei Cholera immerhin noch eine andere Erklärungsmöglichkeit, als die allerdings so naheliegende und einfache der Ingestion des Infectionserregers durch den Magen. Ich verkenne die grosse Wahrscheinlichkeit der letzteren Auffassung keineswegs, glaube indess, man müsse sich alle Möglichkeiten offen halten, so lange die Differenz zwischen bacteriologisch-pathologischem Wissen und epidemiologischer Erfahrung eine so grosse bleibt, wie dies eben bei der Cholera gegenwärtig unleugbar der Fall ist.

---

1) Dieses Archiv Bd. 3 S. 401 und 402.

2) Hueppe, Ueber Fortschritte in der Kenntnis der Ursachen der Cholera asiatica. Berl. klin. Wochenschrift Nr. 11 1887 S. 185.

Erklärung der Abbildungen auf Taf. I.

Fig. 1. Lungenstückchen von Inhalation von Milzbrandsporen, in Nährgelatine (Plattencultur) eingebettet, mit hervorwuchernden Milzbrandcolonien, die sich aus inhalirten Sporen gebildet haben. 25 mal vergrössert.

Fig. 2. Lungenschnitt von einer Maus, welche 20 Stunden nach Inhalation von Milzbrandsporen durch Chloroform getödtet wurde. Erstes Stadium des beginnenden Infectionsprocesses. Die inhalirten Sporen sind ausgekeimt und zu kleinen Gruppen von Stäbchen herangewachsen, welche sich theils auf, theils zwischen den Alveolarepithelien gelagert zeigen. Vergrösserung 700 mal.

Fig. 3. Lungenschnitt von Meerschweinchen, welches infolge Inhalation von Milzbrand-Stäbchen erlegen ist: Milzbrand-Pneumonie. Die Alveolen sind ausgefüllt mit zellenreichem Faserstoffexsudat; inmitten dieser Exsudatmassen finden sich reichliche Milzbrand-Stäbchen und Fäden, während die Blutbahnen meist ganz frei sind von solchen. Vergrösserung 600 mal.

Fig. 4 a. b. Lungencapillaren, reichlich Milzbrandbacillen enthaltend, aus einem Schnittpräparat von Meerschweinchen, das 23 1/2 Stunden nach Inhalation von Milzbrandsporen durch Chloroform getödtet wurde. Dieses Präparat entspricht dem zweiten Stadium der Lungeninfection; dasselbe zeigt, dass nach 23 1/2 Stunden der Uebertritt der Milzbrandbacillen in die Blutbahnen der Lunge bereits bewerkstelligt ist. Vergrösserung 700 mal.

Beitrag zur Kenntnis des Favuspilzes.

Von

Dr. A. J. Munnich
in Amsterdam.

(Mit Taf. II, III, IV.)

Schon vor mehreren Jahren habe ich mich mit Versuchen beschäftigt, von der erkrankten Haut Favus zu cultiviren und dabei mitunter sehr schöne Reinculturen der als solcher beschriebenen Pilzart erzielt. Sehr oft aber zeigten die erhaltenen Culturen, trotz aller Vorsorgen, viele Verunreinigungen und Ueberwucherungen durch die gewöhnlichen, schnell wachsenden Pilze wie Penicillium und Mucor, Eurotium- und Aspergillusarten, deren Sporen muthmasslich den benutzten Borken und Haaren anhingen. In einzelnen Fällen bildeten sich auch Reinculturen von anderen, seltener vorkommenden Pilzen, wovon einer makroskopisch mit dem Achorion eine grosse Aehnlichkeit darbot. Unzweideutige Fructificationsorgane, Endkolben, wie bei den anderen genannten Pilzen, fand ich aber nicht, und kamen mir daher meine Resultate, zumal bei den schon bestehenden Arbeiten von Grawitz[1]), Neumann[2]) u. A., nicht wichtig genug vor, um sie weiteren Kreisen vorzulegen.

Der Vortrag des Herrn Dr. Boer in der dermatologischen Section der Berliner Naturforscher-Versammlung und seine schönen Photographien, die er später noch die Güte hatte mir vorzuzeigen, auch die nachher erschienene Arbeit des Herrn Prof. Quincke[3])

---

1) Virchow's Archiv 1877 Bd. 70 S. 560.

2) Archiv für Derm. und Syphilis 1871 und in der 5. Aufl. seines Lehrbuches 1880.

3) Archiv für exp. Path. und Pharm. Bd. 22 Heft 1—2.

veranlassen mich nun, die Resultate von Culturversuchen zu publiciren, welche ich im Laufe des Winters 1885/86 angestellt habe.

Während ich mich früher nur in meinem Arbeitszimmer, bei allerdings etwas dürftigen Hilfsmitteln, mit den Culturen beschäftigt hatte, fand ich damals Gelegenheit sie, durch die Güte des Herrn Prof. Forster und unter seiner hochgeschätzten Mitwirkung, im hiesigen hygienischen Institute auszuführen. Zu den ersten neuen Versuchen benutzte ich charakteristische Scutula, die der menschlichen Kopfhaut oder dem Scrotum entnommen waren. Diese wurden mit sterilisirtem Wasser zerrieben und daraus auf verschiedenen Nährmedien Plattenculturen nach Koch's Weise der Bacterienzüchtung angelegt.

Kurz nach einander kamen zwei Fälle von Favus auf der Scrotalhaut zu meiner Beobachtung. Die Scutula waren kaum halb Stecknadelkopf gross; von einem herpetischen Ringe, der zuerst von Strube[1]) und Köbner[2]) experimentell und bei natürlicher Uebertragung beobachtet wurde, war nichts zu bemerken. Ich muss gestehen, dass ich diesen Bläschenring bei den hunderten von Favusfällen allerdings fast ausnahmslos auf der Kopfhaut sehr schmutziger Kinder, die ich längere Zeit alljährlich zu behandeln hatte, nie ganz deutlich gesehen habe. In hiesiger Stadt kommt der Favus unter einem gewissen, einen bestimmten Bezirk der Stadt bewohnenden Theile der Bevölkerung sehr oft vor, und es liesse sich davon leicht eine Karte anfertigen, wie dieses z. B. Bergeron[3]) von ganz Frankreich gethan hat.

Bei den zwei genannten Fällen von Favus auf dem Scrotum war es mir nicht möglich, die Ansteckungsquelle aufzufinden; ein dritter Fall aber wurde mir bekannt, wo zweifellos das Vorkommen auf dieser ungewöhnlichen Stelle im Zusammenhange mit einem geschlechtlichen Excesse stand.

Alle jene Culturen schlugen jedoch durch Ueberwucherung mit den früher genannten Pilzen fehl; dann und wann bildeten

1) Exanthemata phytoparasitica. 1863.
2) Klinische und exp. Mittheilungen 1864 S. 25.
3) Étude sur la géographie de la prophylaxie des seignes. 1865.

sich auch Bacterien und Saccharomycesarten, die ich aber, weil leicht von den Pilzcolonien zu trennen, ohne weitere Beachtung übergehe. Wir benutzten deshalb nunmehr die mit allen möglichen Vorsorgen abgeschnittenen Wurzeln der frisch aus der sorgfältig gereinigten Kopfhaut gezogenen Haare, die wir in Reagenzgläser mit flüssig bereit gehaltener Nährgelatine und -Agar hineinfallen liessen, und bekamen jetzt fast ausnahmslos charakteristische Culturen von Achorion, die bei 22° äusserst langsam, bei 30° am besten wuchsen.

Um noch möglicherweise anhaftende Bacterien loszuwerden, machte ich von diesen hinweg in der gewöhnlichen Weise Plattenculturen auf Uhrgläsern. Diese wurden zur Verhütung von Verunreinigungen und Eintrocknen bei längerem Stehen zuvor in sterilisirte Glasschälchen gestellt, in deren Deckel mit Asphaltlack ein Flanellring eingeklebt war[1]). Von diesen isolirten Culturen aus liessen sich selbstverständlich sehr leicht wieder reine Uebertragungen in Proberöhrchen etc. ausführen. Bei Colonien auf festem Nährboden, der in Krystallklötzen mit Deckel eingeschlossen war, hörte das Wachsthum, wahrscheinlich wegen Luftmangel, bald auf.

In Bezug auf den Nährboden bemerke ich, dass ich sowohl auf nicht neutralisirter als auf schwach alkalischer Löffler'scher Gelatine und Agar mit 1% Traubenzucker, auf Hydrocele-Agar und auf Rinderblutserum[2]) schöne Culturen erhalten habe.

---

1) Diese Schälchen, von Prof. Forster »Culturschälchen« genannt und durch Vermittelung der Firma Hugershoff in Leipzig, jedoch ohne den Flanellring, aus schwer schmelzbarem Glase angefertigt, welche in neuerer Zeit von Esmarch in ähnlicher Weise zu gewissen Bacterienculturen empfohlen wurden, werden, mit einigen zweckmässigen Nebeneinrichtungen versehen, im hygienischen Laboratorium dahier schon seit Jahren (vgl. die Mittheilungen von van Geuns, Archiv f. Hygiene 1885 Bd. 3 S. 478) fast ausschliesslich, statt der gewöhnlichen Glasplatten unter der Glocke, zur Anfertigung von Plattenculturen mit grossem Vortheile verwendet.

2) Platten von Hydroceleflüssigkeit und Blutserum mit Agar fertigte ich mir in folgender Weise an. Eine 5proc. Agarlösung wird in kleinen, mit Glasplatten gedeckten Glastrichtern im Papin'schen Topf durch Papier filtrirt, was zwar sehr langsam geht, sich aber doch bei kleinen Quantitäten sehr gut machen lässt. Die filtrirte Lösung wird in Reagenzgläsern vertheilt, etwa

Am schnellsten und üppigsten wuchs der Pilz auf neutralisirter Fleisch-Pepton-Agar, die ich, da gerade keine sauer reagirende Nährmischung vorräthig war, mit Milchsäure schwach angesäuert hatte. Hat einmal das Wachsthum bei 30° angefangen, dann geht es auch bei Zimmertemperatur weiter.

Auf Broddecoct-, Milch- und Malzgelatine und Agar — das letzte das Leibgericht des Penicilliums — bekam ich keine Culturen. Auch nicht auf Raulin'schen Mischungen mit Acid. tartaric., Ammoniaksalzen und Eisen, wie sie von Siebenmann[1]) für Aspergillus erwähnt werden. Auch ein Culturversuch auf Kartoffeln und Knollen von Lathyrus tuberosus blieb ohne Erfolg.

Die schönsten Culturen bekam ich in Reagenzgläsern, wenn eine abgeschnittene Haarwurzel in der Gelatine suspendirt geblieben war. Um diese bildete sich dann allmählich bei 22° ein förmlicher, grau-weisslicher, lockerer Strahlenkranz, wozu aber immer mehrere Wochen erforderlich sind; erst wenn die Mycelia die Oberfläche erreicht haben, bilden sich die kleinen, weissen Centralknötchen, wie sie auch Grawitz beschrieben hat. In

---

4 ccm in jedes Röhrchen, in der gewöhnlichen Weise wieder sterilisirt und aufbewahrt. Das sterilisirte, flüssige Serum und die Hydroceleflüssigkeit werden ebenfalls zu etwa 8 ccm in Proberöhrchen vorräthig gehalten. Will ich nun eine Platte anfertigen, so wird ein Agargläschen durch Kochen verflüssigt und in ein Wasserbad von etwa 60° gestellt; ein Serumgläschen wird unterdessen auf 50° erwärmt und zu dem Agar, wenn dieses auf 50° abgekühlt ist, mit möglichsten Cautelen schnell hineingegossen; die Vermischung wird durch Rollen des Glases, bzw. durch plötzliches Aufrichten des schief gehaltenen Röhrchens nach der hier üblichen Weise, was zu schneller Mengung ohne Bildung von Luftbläschen führt, gefördert, bis die Temperatur auf 40° gesunken ist. Nun wird auf die gewöhnliche Weise mit der Platina-Oese ein Pilztheilchen unter stärkerem Hin- und Herbewegen des Drahtes in die Flüssigkeit gebracht und ausgegossen. Mitunter war zwar eine Luftbacterie mit hineingeschlüpft, sehr oft aber bekam ich auch von anderen Organismen ganz freie Reinculturen. Dieses Verfahren empfiehlt sich auch bei anderen Culturen, die bis jetzt meist nur in Gläsern gemacht wurden und dann schwerlich als Reinculturen betrachtet werden können, z. B. bei Gonococcus Neisser.

Die vielleicht ungewünschte Verdünnung des Blutserums ist durch Eintrocknung um ein Drittel, vor und bei der Sterilisation, selbstverständlich unter der Gerinnungstemperatur, leicht zu verändern.

1) Die Fadenpilze Aspergillus flavus u. s. w. 1883 S. 16.

Agar gelingt eine solche Cultur, wahrscheinlich wegen des festeren Zusammenhanges dieser Substanz, weniger gut.

Bei diesen in der Tiefe wachsenden Culturen kommen auch rundliche Gebilde vor, die an der Oberfläche nicht oder nur äusserst spärlich gefunden werden.

Es ergab sich auch, dass der Favus sowohl in Culturen als in Haaren oder Borken sehr lange seine Wachsthumsfähigkeit beibehält. Acht Monate alte Culturen in Reagenzgläsern lieferten noch das Material zu üppig wachsenden neuen Colonien.

Von Haaren, die steril ausgezogen und zehn Monate zwischen Uhrgläsern verschlossen bewahrt wurden, und aus mehr als ein Jahr alten, einfach in Papier aufbewahrten Borken, bildeten sich ebenfalls neue Pilzrasen. Dieser Umstand ist selbstverständlich auch für die Beurtheilung der Uebertragbarkeit des Favus auf natürlichem Wege von Wichtigkeit.

Um Wiederholungen zu vermeiden, verzichte ich auf eine genauere Beschreibung der makroskopischen Formen meiner Culturen; sie stimmen im allgemeinen mit den von Grawitz[1]) gegebenen überein; ich bemerke nur, dass meine Favusculturen auf neutral, schwach alkalisch und sauer reagirender Löffler'scher Agar weisse, bei sehr alten Culturen etwas grauliche, linsengrosse oder grössere Rasen bildeten mit centralen Knöpfchen und gelber Unterfläche. Allmählich bilden sich auch andere, mehr gezackte Formen, die in meiner Fig. 1 Tafel II angegeben sind. Weiter bekam ich auf Blutserum immer derbe, filzartige Pilzrasen, auf Bouillon-Pepton-Agar sehr feste und auf mit Agar versetzter Hydroceleflüssigkeit lockere Culturen, wie das an den beigegebenen Abbildungen Fig. 1 und 2, Tafel II, die jedoch nicht leicht ganz genau form- und farbengetreu zu machen waren, ersichtlich ist. Dieselbe Erscheinungsweise wiederholt sich auch immer, wenn man von dem einen Nährboden auf den anderen überimpft, so dass sich eine der Quincke'schen Abbildung des α-Pilzes ähnliche, feste Cultur auf Bouillon-Pepton-Agar durch Ueberimpfung auf Hydrocele-Agar in eine lockere, der Quincke'schen γ-Favus ähnliche, verwandeln liess und vice versa.

1) Virchow's Archiv 1886 Bd. 103 Heft 2 S. 406.

Bacterienfreie Culturen von Platten auf Gläsern geimpft, verflüssigten 10 % Gelatine sehr langsam, Blutserum aber ziemlich bald. Eine besondere dunkle Färbung der Gelatine, wie das z. B. bei Culturen von Eurotium repens der Fall ist, ist mir beim Achorion nie aufgefallen.

Die anfänglich saure Reaction des Nährmaterials wird, ohne Bacterienwirkung, später zweifellos alkalisch.

Tripelphosphatkrystalle fand ich jedoch nur bei sehr eingetrocknetem Nährboden. Oxalsaurer Kalk kam bei Reinculturen nicht vor; die Anwesenheit von Briefcouvertformen in einem Präparate lernte ich aber bald als eine nie täuschende Warnung betrachten, dass eine Cultur, auch wenn noch keine Fructificationsorgane da waren, mit Penicillium verunreinigt war. Sie kommen, wie bekannt, bei vielen Pilzen vor [1]), bei letztgenannten jedoch sehr massenhaft, wie dieses auch von Brefeld in seiner grossen Arbeit über diesen Pilz betont und in seinen Abbildungen hervorgehoben wird.

Auch auf die beobachteten Wachsthumsunterschiede und weitere Beschaffenheit der Culturen glaube ich nicht weiter eingehen zu müssen. Sie werden doch, wie wir schon gesehen haben, von vielen kleinen, nicht immer controlirbaren Factoren beeinflusst, wie die Untersuchungen von Siebenmann [2]) das auch von anderen Pilzen gelehrt haben. Nur erwähne ich, dass eine Verdünnung des Nährbodens auf Wachsthum und Myceliumform des Pilzes von wenig Einfluss war; ich meine allein bemerkt zu haben, dass sich bei stark eingetrocknetem Nährboden mehr kurzgliederige, knollige Formen bildeten.

Ich wende mich demnach zu dem, was unbedingt die Hauptsache bleibt, der mikroskopischen Form der verschiedenen Pilztheile des Achorion Schoenleinii. Um jedem Vorwurfe zu entgehen, habe ich sie durch Photographien zu erläutern gesucht. Diese wurden von Herrn Otto Wigand in Zeitz in vorzüglicher Weise, ohne jede Retouchirung, nach meinen Präparaten angefertigt und von ihm auf der letzten Wiesbadener Naturforscher-

1) Vgl. beispielsweise de Bary 1884 S. 11.

2) a. a. O. S. 16.

Versammlung bei seiner Sammlung ausgestellt. Die Hauptformen werden dadurch wenigstens ersichtlich. Auf die Abbildung aller, oft bizarren Formen das Favus musste ich verzichten; müsste man sich doch ein förmliches Album anlegen, wenn man sie alle photographisch wiedergeben wollte. Ich bemerke noch, dass der Pilz von den verschiedenen Anilinfarben leicht gefärbt wird; am besten gefiel mir jedoch eine Eosinlösung, die dazu noch den Vortheil hat, dass sie einer eventuellen photographischen Aufnahme der Präparate nicht im Wege steht.

Die schönsten Präparate bekam ich, wenn ich von einer, aus einer Haarwurzel in Gelatine gewachsenen Cultur ein Pilztheilchen mit dem anhängenden Nährboden auf das Objectglas brachte. Die Gelatine wurde dann über der Flamme vorsichtig verflüssigt, mit Fliesspapier aufgesaugt und ein Tropfen der bekannten Mischung aus gleichen Theilen Glycerin, Alkohol und Wasser zugesetzt, darauf in Lack eingeschlossen; bei Agarculturen zerdrückte ich die noch anhängende Masse, nach gelinder Erwärmung, mit dem Deckgläschen.

Selbstverständlich machte ich auch mehrere Impfversuche, die aber alle fehlschlugen. Sie wurden mit aller möglichen Vorsorge sowohl epidermatisch als endermatisch unter Uhrgläsern und unter Kleisterverband bei mehreren Personen verschiedenen Alters und Geschlechts gemacht; ausserdem noch an Kaninchen, Meerschweinchen, weissen Ratten, Mäusen und Hühnern. Wohl kam es sehr oft zu einer reichlichen Bläschenbildung, ein einziges Mal zur Ulceration, doch es ist mir nicht gelungen, auch das winzigste Favuscutulum zu Gesicht zu bekommen. Als einen Beweis für die Nicht-Ueberimpfbarkeit meiner Culturen kann ich das aber noch nicht betrachten, da bekanntlich, wie auch Grawitz [1]) mittheilt, auf Hebra's Klinik directe Impfversuche ebenfalls sehr lange resultatlos blieben.

An meinen Präparaten sind nun, wie aus der Bildertafel hervorgeht, folgende Pilztheile zu sehen:

Mycelfäden von verschiedener Länge und Dicke, meist recht- oder stumpfwinklig verzweigt oder gabelförmig getheilt;

---

1) Virchow's Archiv Bd. 70 S. 569.

die Enden sind abgerundet, meist etwas angeschwollen. Die Querscheidewände sind bald mehr, bald weniger von einander entfernt; an vielen Fäden ist eine anfangende Zergliederung in Gonidien wahrnehmbar.

Kugelförmige oder etwas abgeplattete Knöpfchen, die das Ende eines Mycelfadens bilden oder zu zwei, mehr oder weniger gabelförmig aus einander weichen. Die abgeplatteten bilden sich nur an den Enden der stark septirten resp. zergliederten Fäden oder an ihren Seiten. Ich bezeichne sie (um jede unerwünschte Sprachverwirrung zu umgehen und ganz abgesehen von botanischer Genauigkeit) einfach als kugelförmige Endkolben und Knospen. Sie enthalten ein grösseres oder mehrere kleinere, rundliche Körperchen und haben grosse Aehnlichkeit mit den als Oogonien bezeichneten Endknöpfchen von Saprolegnia auf einer Abbildung in »Ziegler, die Analyse des Wassers 1887 S. 88«, das mir neulich zufällig zur Hand kam. In älteren Culturen scheinen sie sich grösstentheils ihres Inhaltes entleert zu haben; es sind dann nur leere Schläuche übrig geblieben.

Grosse und kleinere platte, rundliche, ei- oder nierenförmige, feinkörnige Gebilde, die mit einem sehr kurzen, kaum wahrnehmbaren Stiele den Mycelien seitlich angeheftet sind; durch allmähliches Verschwinden dieses Stieles werden sie frei und scheinen, überall zwischen den Mycelien zerstreut, als feine Masse auseinanderzufallen. Ich fand sie nur in der Tiefe des Nährbodens. Von den verschiedenen Anilinfarben werden sie sehr stark gefärbt. Ob diese Gebilde als Sclerotien zu betrachten sind, soll dahingestellt bleiben.

Vergleichen wir nun meine Abbildungen der verschiedenen Pilztheile mit den von anderen Forschern gegebenen Bildern, in erster Reihe mit den Zeichnungen von Grawitz[1]), so ergibt sich sogleich eine Uebereinstimmung in der Form der Mycelien, vgl. meine Fig. 1 und 2 Tafel III; auch die kugelförmigen Endkolben, die endständigen und seitlichen Knospen und die Bifurcationen fehlen nicht. Die Formen der Gonidien stimmen weniger

---

1) Virchow's Archiv 1877 Bd. 70 Taf. 19.

überein; die ovale Form fand ich nur in sehr wenigen meiner Präparate; die Keimschläuche aber immer, wenn ich eine Cultur frühzeitig untersuchte. Beide sind aus den schon oben erwähnten Gründen, und weil es nicht leicht ist, immer die gewünschten Bilder zu bekommen, wenn man, wie es bei mir der Fall war, sich nur brieflich mit dem Photographen verständigen kann, leider nicht aufgenommen.

Ob die verschiedene Form der Gonidien von dem, wie mir scheint, sehr kräftigen Wuchse meiner Culturen herrührt, halte ich nicht für unwahrscheinlich, will es aber nicht entscheiden.

Auch die Mycelfäden auf den Boer'schen [1]) Bildern des Mäusefavus haben mit den meinigen ziemlich viel Aehnlichkeit. Die kugelförmigen Endkolben und die seitlichen Knospen finden sich auch hier. Die kleineren seitlichen Knöpfchen, die sich auf dem Boer'schen Bilde deutlich als freie Sporen abzuschnüren scheinen und die Boer auch für Sporen hält, kommen auch auf meinen Bildern 1, 2 und 6, Tafel III u. IV vor; ausserdem befinden sich darauf, zerstreut zwischen den Mycelien oder zufällig darauf gelagert, zahlreiche, kleine Kügelchen, die doch wohl als freie Sporen betrachtet werden müssen. Ob jedoch die kleinen, seitlichen Knöpfchen auf meinen Bildern als sich abschnürende Sporen aufzufassen sind, davon bin ich nicht fest überzeugt. Ich habe, auch bei genauester Beobachtung, vielmehr den Eindruck bekommen, dass sie als die Rudimente der sich bildenden Seitenäste betrachtet werden müssen; man findet sie dann auch in sehr verschiedenen Grössen allmählich anwachsend; einzelne haben sogar in der Form einige Aehnlichkeit mit den, auf meinen Bildern ganz fehlenden, Boer'schen Endkolben. Sehr vereinzelt fand ich in Dutzenden von Präparaten zwar Gebilde, die etwas mehr mit letzteren übereinstimmten, doch nie von so hervorragender Deutlichkeit; ich habe sie, trotz vielem Hin- und Herschreiben nicht in photographischem Bilde bekommen können.

Es frägt sich nun: woher kommen dann die vielen zerstreuten Sporen auf meinen Bildern? Mir kommt es vor, dass sie sich

1) Vierteljahrsschrift für Derm. und Syph. 1887 Heft 2 Taf. 9.

in den endständigen und seitlichen Knospen bilden und später frei werden; auf meiner Fig. 4 Tafel III links oben hat es sogar den Anschein, als wäre aus der geplatzten, leeren Knospe die danebenliegende Spore ausgeworfen.

Betrachten wir weiter die Arbeit und die Bilder von Quincke[1]), wo von drei verschiedenen Pilzen die Rede ist, so sehen wir, dass die Mycelfäden seines α-Pilzes, Fig. 2, ziemlich wohl mit Formen auf meiner Fig. 2 Tafel III übereinkommen; auch die sich abschnürenden Gebilde, die für den Autor Sporen oder Mikrogonidien, für mich, wie oben erwähnt, mehr den Anfang einer Mycelium-Verästelung darstellen, sind auf meinen Fig. 1 und 2 gehörig vertreten; Quincke's zugespitzte Makrogonidien, Fig. 4, fehlen jedoch bei mir ganz und gar.

Von den β-Pilzen findet sich ein ähnliches keimendes Haar auf meiner Fig. 7 Tafel IV.

Kolben oder Knospen und septirte Fäden von Fig. 6 (Quincke) sind auf meiner Fig. 1 in Menge zu sehen, während Fig. 7 in meiner Fig. 1 und 4, und was die Vacuolen oder Fetttröpfchen betrifft, in meiner Fig. 5 seinesgleichen findet. Von einer kurzgliederigen Abschnürung findet sich auch auf meiner Fig. 4 ein Beispiel.

Schliesslich finden sich von den Quincke'schen γ-Pilzen die Quirlen oder seine Kronleuchter der Fig. 9 auf meiner Fig. 6 sehr deutlich vor, auch die Einschnürungen der Fig. 10 sind, obwohl weniger ausgeprägt, auf demselben Bilde da.

Die zugespitzten Endkolben des Quincke'schen α-Pilzes fehlen, wie wir gesehen, in meinen Bildern. Auch in Präparaten von Favusculturen, die das hiesige Laboratorium der Güte des Herrn Prof. Duclaux in Paris verdankte, fand ich keine Spur der Boer'schen noch der Quincke'schen septirten Endkolben.

Auf den grösseren oder kleineren Durchmesser der Mycelfäden ist, glaube ich, kein grosses Gewicht zu legen, da dieser mit verschiedenen äusseren Umständen, so bei spärlichem oder üppigem Wachsthum des Pilzes, durch mehr oder weniger Luft-

1) Archiv für exp. Pathologie und Pharmakologie 1886 Bd. 22 Heft 1 u. 2.

zutritt u. s. w. wechselt. Die Fäden, die ich in Duclaux' Präparaten wahrnahm, kamen mir auch viel schmäler vor, wie die meinigen.

Es sind also auf meinen Photographien Formen von jeder der Quincke'schen Varietäten vertreten; von dem α und β Favus auf verschiedenen meiner Bilder 1 bis 5; nun stammen aber 1 und 2 aus derselben Cultur und 3, 4 und 5 ausserdem sogar von demselben Haare, während beide Haare, von welchen die Culturen allmählich gezüchtet waren, im selben Augenblicke und von derselben Stelle bei einem 14 jährigen Knaben genommen sind, der seit sieben Jahren an Favus litt und auf dessen fast kahlem Kopfe nur noch einzelne charakteristische Scutula, ohne jede Veränderung der umgebenden Haut, sich vorfanden. Fig. 6 stammt zwar aus einer Borke eines anderen Kopfes, war aber weder klinisch noch mikroskopisch von den Borken des ersten Kopfes zu unterscheiden. Es scheint mir demnach, dass die Richtigkeit der Quincke'schen, wie er selbst sagt, unpräjudicirlichen Auffassung, als ob es sich hierbei um verschiedene Varietäten des Pilzes handle, noch weitere Belege erfordert.

Die körnigen Gebilde an den Seiten der Mycelfäden auf meiner Fig. 3 Tafel III, finde ich bei keinem der genannten Forscher, wenigstens in dieser Weise erwähnt oder abgebildet, sie scheinen also in ihren Culturen nicht vorgekommen zu sein.

Neben den hier beschriebenen Pilzformen erhielt ich mitunter Reinculturen von zwei selteneren Pilzen, die hier, ihres Vorkommens wegen, eine kurze Besprechung verdienen dürften. Mehrmals begegnete es mir, dass sich aus einer in Gelatine gebrachten, steril ausgezogenen Haarwurzel, ein im Anfang weiss-graulicher Pilz bildete; seine Farbe änderte sich später in braun und zuletzt in dunkelgrün, fast schwarz; alsbald zeigte es sich, dass es sich um eine Aspergillusart handelte, die sich, wegen des langen und kräftigen Fruchtträgers, der keulenförmigen Endkolben, der ungetheilten Sterigmen und der kleinen Conidien als Aspergillus clavatus[1])

1) Siebenmann a. a. O. S. 7. — Wilhelm, Beiträge zur Kenntnis der Pilzgattung Aspergillus 1877 S. 62.

erwies. Er hat allerdings mit dem Favus, auch makroskopisch, nicht die geringste Aehnlichkeit und könnte daher in unserem Falle unerwähnt bleiben; indessen dürfte es nicht ganz ohne Gewicht sein, auf ihn aufmerksam zu machen, weil es immer dieser Pilz war, den ich dann, wenn sich kein Achorion bildete, bei mit Haaren angelegten Culturen bekam und weil mehrere Sorten dieser Pilzgattung als Krankheitserreger bei Mensch und Thier bekannt sind.

Anders verhält es sich aber mit einem zweiten Pilze, der in Culturen mikroskopisch mit dem Achorion eine grosse Aehnlichkeit darbietet und auch dieselbe gelbe Unterfläche zeigt, so zwar, dass ich anfangs meinte, eine wirkliche Favuscultur vor mir zu haben (s. Fig. 3 Tafel II). Diesen Organismus erhielt ich als Reincultur, als ich in einem ziemlich niedrigen Raume, in dem mehrere hautkranke Kinder beisammen waren, von einer frisch vom Kopf genommenen Favusborke ein Reagenzglas mit sauer reagirender 2 proc. Broddecoct-Agar impfte. Dieser Pilz wächst am besten bei Zimmertemperatur auf Broddecoct, doch auch auf anderen Nährmedien. Mikroskopisch besteht er aus äusserst feinen Mycelien mit zahllosen, überall an den Seiten der Fädchen angehefteten, eiförmigen oder länglichen, einzelligen, farblosen Sporen. Ich glaube ihn nach Leunis[1]) als Sporenschimmel, Sporotrichum, wahrscheinlich Sporotrichum laxum bezeichnen zu müssen. Die mikroskopische Form stimmt wenigstens mit der von diesem Pilze gegebenen Beschreibung völlig überein. Die Benennung laxum ist wohl nicht mit der festen Beschaffenheit des Pilzes meiner Cultur im Einklang, doch rührt dieser Unterschied vielleicht vom Nährboden her; auch beim Achorion haben wir doch gesehen, wie auf verschiedenen Nährböden derselbe Pilz das eine Mal fest, das andere Mal locker erscheint.

Was zum Schluss die Classification des Achorion Schoenleinii anbetrifft, so überlasse ich diese gerne den Botanikern vom Fach. Wohl ist schon spöttelnd bemerkt worden, dass die Sache trotz der vielen Untersuchungen, immer wieder den Botanikern

1) Synopsis 1886 Bd. 3 S. 461.

zugeschoben wird; ich glaube aber mit vollem Rechte. Hat doch der Nicht-Botaniker, der zaudernd und unsicheren Schrittes das so ausgedehnte Feld der Pilze betritt, schon mit der heutigen Terminologie seine schwere Noth; darum wünsche ich auch meine Arbeit nur als einen kleinen Beitrag zur weiteren Kenntnis des Favuspilzes betrachtet zu sehen. Vielleicht bringen spätere Untersuchungen das jetzt Bekannte zu einem abgeschlossenen Ganzen.

Amsterdam im Juli 1887.

Nachschrift.

Nachdem die obenstehenden Betrachtungen niedergeschrieben waren, kam mir eine neue Mittheilung des Herrn Prof. Quincke[1]) und eine Arbeit des Herrn Dr. Verujski[2]) zur Hand.

Von ersterem werden die Unterscheidungsmerkmale des α-gegenüber dem γ- und β-Pilze näher auseinandergesetzt und der α-Pilz als Favus herpeticus, der γ-Pilz als Favus vulgaris bezeichnet.

In Bezug hierauf kann ich nur wiederholen, dass sich in keiner meiner zahlreichen Culturen zugespitzte oder keulenförmige Endkolben resp. Makrogonidien vorfanden und dass alle meine Impfversuche resultatlos blieben. Noch sei bemerkt, dass nach meiner Ansicht und Erfahrung der Favus in hiesiger Stadt bestimmt nicht von Mäusen herrührt; er kommt, wenigstens recent, fast ausnahmslos bei Kindern aus den niederen Ständen vor; das Zusammensein in engen Räumen und auf den Schulen, vielleicht auch die Verwechselung der Kopfbedeckungen, Mützen u. s. w., sind wohl als Ursachen der Ansteckung zu betrachten. Einen herpetischen Ring habe ich, wie schon früher bemerkt, nie deutlich gesehen.

Was die interessante Arbeit des zweiten Autors anlangt, so macht auch dieser zunächst darauf aufmerksam, dass kleine

1) Monatshefte für praktische Dermatologie 1887 Nr. 22 S. 982.

2) Recherches sur la Morphologie et la Biologie du Trichophyton tonsurans et de l'Achorion Schoenleinii. Annales de l'Institut Pasteur 1887 Nr. 8 p. 360.

Aenderungen des Nährbodens für dàs Wachsthum der Pilze von grossem Einfluss sein können. Er erinnert beispielsweise an eine Arbeit Raulin's, wonach schon ein Zusatz von $^1/_{1600000}$ Argentum nitricum die weitere Entwickelung des Aspergillus niger aufhebt. Ferner hebt er hervor, dass, wenn nicht jeder Pilz in dem ihm am meisten passenden Medium cultivirt werde, leicht krankhafte Bildungen auftreten. Die früher von Grawitz betonte Gleichartigkeit des Achorion, des Trichophyton und des Oidium lactis, wovon übrigens Grawitz bekanntlich selbst zurückkam, würde daher, wie schon Duclaux[1]) behauptete, sich nur auf »formes de souffrance« beziehen, die mit einander leicht Aehnlichkeit zeigen können.

Die Formen der Mycelien sind, wie aus einer beigefügten, mit der Camera lucida angefertigten Zeichnung einer sieben Tage alten, bei 33° in der feuchten Kammer gezüchteten Cultur, hervorgeht, beim Verfasser sehr unregelmässig. Von Endkolben ist bei ihm auch keine Rede. Als Fructifications-Organe betrachtet er dagegen ähnlich wie zum Theil auch Boer, seitliche und endständige, von den Mycelien sich abschnürende Gebilde (Conidies myceliens et aeriens). Sein Bild stimmt am meisten mit meiner Fig. 6 Taf. IV überein, während der daneben abgebildete Luftmycelfaden mit zahlreichen Conidien, dem Boer'schen Bilde nicht unähnlich ist. Verfasser bemerkt, dass einzelne dieser Gebilde etwas stärker lichtbrechend zu werden beginnen als der Mycelfaden; das ist auf meinen Bildern auch zu sehen, aber nur dann, wenn der Mycelfaden nach unten, die Spore oder für mich der Anfang des Seitenastes, nach oben im Gesichtsfeld gekehrt ist; diese Erscheinungsweise im mikroskopischen Bilde hat daher meines Erachtens mit dem Inhalt des Gebildes nichts zu thun.

Von den vom Verfasser untersuchten zahlreichen Nährflüssigkeiten erwiesen sich Kalbs-Bouillon, ohne und mit Pepton, Molken, Ascitesflüssigkeit, Liebig'sche Bouillon als sehr gute; ebenso Weisse Rüben-Decoct und Malz- und Gerstenkeime-Infus (Eau de touraillons).

1) Mitgetheilt in der Société de Biologie 16. Jan. 1886. — Dr. H. Feulard. Teigne et teigneux 1886.

Verfasser meint, dass sowohl Trichophyton als Achorion in diesen Medien besonders ihre regelmässigen und typischen Formen annehmen.

Bei 26° erscheint der Pilz in 2 bis 3 Wochen an der Oberfläche, bildet dort kleine Knöspchen mit erhöhten Rändern (Godets) wie der klinische Favus und fängt an, Luftmycelien und Sporen zu bilden, die sich sehr leicht ablösen, so dass eine feuchte Kammercultur nöthig war, um sie in situ abzeichnen zu können.

Der eigenthümliche Mäusegeruch des Favus findet sich auch bei Verfasser's Culturen vor. Bei älteren Culturen pigmentiren sich die in der Flüssigkeit schwimmenden Mycelfäden. Ein fester Nährboden dünkt dem Verfasser im allgemeinen weniger zuträglich zu sein als ein flüssiger; die Pilzbildung erschien in diesem träger und weniger reichlich; dagegen nimmt die regelmässige und reichliche Bildung des Pilzes mit der Zahl der Generationen fortwährend zu; die Luftfäden werden zahlreicher, die anfangs schmutziggelbe Farbe wird weiss und die centrale Einsinkung tritt weniger deutlich hervor. Sehr schöne Photographien der verschiedenen Culturen erläutern die Mittheilungen des Verfassers. Zackige Formen, wie auf meiner Zeichnung, werden von ihm nicht erwähnt.

Impfversuche auf Meerschweinchen gaben dem Verfasser positive Resultate.

Verfasser empfiehlt weiter Culturproben zur Feststellung der Diagnose zwischen Favus und Herpes tonsurans in zweifelhaften Fällen und citirt einen hierauf bezüglichen Fall.

Schwierigkeiten in der Differential-Diagnose werden übrigens nach meiner Ansicht in dieser Hinsicht doch wohl sehr selten vorkommen; es müsste denn sein, dass zufällig der Kopf eines Patienten kurz zuvor so gründlich gereinigt war, dass kein einziges Borkchen übrig geblieben war. Einige Tage Zuwartens würden aber in einem solchen Falle genügen, um die Diagnose wenigstens mikroskopisch feststellen zu können.

Ueber die weitere Biologie des Pilzes, auf welche nach der Erhaltung der Reincultur sofort einzugehen es mir an Zeit gebrach,

machte Verfasser so interessante Beobachtungen, dass ich dieselben hier kurz erwähnen möchte. Er fand, dass das Wachsthum der Pilze gefördert wird durch die Anwesenheit von 0,2 bis 0,3 Weinsäure auf 1 l Nährflüssigkeit, wie sie in den genannten Absuden vorkommt: stärkerer Säuregehalt, sowie Neutralisation geben weniger üppige Culturen. Die am meisten geeignete Temperatur ist 33°; bei 15° wachsen sie sehr langsam, viel schneller schon bei 25°. Das Licht bleibt ohne Einfluss.

Was den Verbrauch der Kohlenhydrate anlangt, so zeigte sich, dass der Zucker (Glucose) vom Achorion, selbst in weniger geeigneten Medien, kaum angegriffen wird; in gutem Nährboden fand Verfasser sogar eine kleine Vermehrung der Kupferoxyd reducirenden Substanzen. Vom Trichophyton wird der Zucker unter intermediärer Bildung von Oxalsäure verzehrt, was durch Zusatz von Glycerin gefördert wird. Achorion consumirt dagegen eine Menge stickstoffhaltiger Substanz.

Der Verbrauch an Nahrungsstoffen im Verhältnisse zu der erhaltenen Pilzmenge wurde vom Verfasser in Gewichten festgestellt und für Trychophyton eine künstliche Nährflüssigkeit angegeben.

Zum Schluss wird der deletäre Einfluss verschiedener Substanzen auf den Pilz studirt und auf Grund davon die Essigsäure in Dampfform für die Therapie empfohlen.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel II.

Fig. 1. 14 Tage alte Favuscultur von einem Haare, 5. Generation. auf 2% alk. Bouillon-Pepton-Agar bei 30°.

Fig. 2. Gleiche Cultur auf Hydrocele-Agar bei 30°.

Fig. 3. 14 Tage alte Cultur von Sporotrichum auf Broddecoct-Agar bei Zimmertemperatur.

Luftuntersuchungen,

ausgeführt im hygienischen Institute der Universität Rostock,

von

Prof. **Dr. Uffelmann.**

Die nachfolgende Arbeit soll das Ergebnis der Luftuntersuchungen vorführen, welche seit mehr als einem Jahre im hiesigen hygienischen Institute ausgeführt worden sind. Dieselben haben sich mit der Feststellung des Gehaltes der atmosphärischen Luft und der Luft von Binnenräumen, insbesondere von Souterrains, an Kohlensäure, an organischer Substanz, an Keimen, an Ammoniak und an Feuchtigkeit, sowie mit der Zusammensetzung und dem Keimgehalt der Kanalluft befasst. Bei diesen Arbeiten kam es mir vor Allem darauf an, ein Ergebnis zu gewinnen, welches Anspruch auf Genauigkeit machen könnte. Zu dem Zwecke sind nicht bloss die Methoden der Untersuchung sorgfältig geprüft, und, wo sie nicht genügend erschienen, vervollständigt worden, sondern ich habe mich auch bemüht, eine möglichst grosse Reihe von Untersuchungen anzustellen. So wurden die Prüfungen der atmosphärischen Luft und derjenigen eines Souterrains auf Kohlensäure, Feuchtigkeit und Temperatur nahezu ein volles Jahr hindurch täglich, oft mehrmals täglich, durchgeführt und dadurch ein Material gewonnen, aus dem es zulässig erschien, bestimmte Schlüsse zu ziehen. Aber auch die Untersuchungen auf Ammoniak, auf organische Substanz und Keime wurden in einer ziemlich erheblichen Zahl angestellt.

Ueber den Werth regelmässig fortgeführter und nach zuverlässigen Methoden vorgenommener Untersuchungen der Aussen- und der Binnenluft brauche ich mich vor den Lesern dieses

Archives des Näheren nicht zu verbreiten und beschränke mich auf folgende wenige Worte. Die Luft ist dasjenige Medium, mit welchem der Mensch dauernde Berührung hat, zu welchem er dauernd in mehr als eine — unmittelbare oder mittelbare — Beziehung tritt. Es können die Schwankungen in der Zusammensetzung der Luft, sowie die Aenderungen in den physikalischen Eigenschaften derselben direct oder indirect krankmachend wirken. Insbesondere aber haben wir in ihr mit Bestimmtheit die Erreger vieler, wenn nicht der meisten, Infectionskrankheiten zu suchen. Aus diesen Gründen dürfen Luftuntersuchungen wohl das Interesse der Hygiene in Anspruch nehmen.

Ehe ich nun zur Mittheilung des Ergebnisses der Feststellungen übergehe, will ich die für letztere in Anwendung gezogenen Methoden beschreiben.

1. Die Methode der Kohlensäurebestimmung.

Den Gehalt der atmosphärischen Luft an Kohlensäure habe ich unter Anwendung von 2½ bis 4 l fassenden, farblosen Glasflaschen[1]) mittels Barytwasser, Phenolphtaleïn und Oxalsäure bestimmt. Ich füllte die Flaschen mit Leitungswasser, entleerte dasselbe durch Ausgiessen oder durch einen Heber, stellte die Flaschen so auf, dass das in ihnen verbliebene Wasser abträufeln konnte, liess noch in der Aussenluft 50 ccm des mit Phenolphthaleïn gefärbten Barytwassers (7,0 : 1000,0) einfliessen, verschloss darauf mit einem gut eingepassten paraffinirten Kork, der durch das Poroskop als für Luft impereabel erwiesen war, und zog über diesen Kork noch eine Doppelkappe von schwarzem Gummi, die unter dem Halse der Flasche mittels Gummischnur festgeschnürt wurde. Alsdann schüttelte ich eine Minute hindurch und stellte die Flaschen 20 bis 24 Stunden ruhig auf. Nunmehr wurde die Gummikappe gelöst, der Kork entfernt, sehr rasch ein bereitgehaltener doppeltdurchbohrter Gummikork aufgesetzt, 60 ccm frisch gekochten destillirten Wassers zum Abspülen der Wandung eingegossen, die hinreichend lang ausgezogene

1) Keine der Flaschen veränderte den Titre des acht Tage in ihr aufbewahrten Barytwassers von der unten angegebenen Stärke.

Spitze der Bürette durch die eine Oeffnung eingeschoben und alsbald direct in das trübe Barytwasser mit der Oxalsäurelösung (von 2,8636 : 1000) hineintitrirt. Ich glaube, dass diese Methode sehr geringe Fehlerquellen hat und wenigstens für atmosphärische Luft ein genaueres Resultat gibt, als die stricte nach der Vorschrift befolgte Methode v. Pettenkofer's. Wichtig ist, dass man das Barytwasser, mit Phenolphthaleïn gefärbt, noch in der zu untersuchenden Luft einfüllt, wichtig auch, dass der endgültige Verschluss noch in der letzteren erfolgt, und dass man die Flaschen nicht direct mit Gummikork verschliesst. (Kautschuk absorbirt Kohlensäure und kann bei Berührung mit alkalischer Flüssigkeit selbst Anlass zum Freiwerden von Kohlensäure geben [1]). Nothwendig ist endlich, dass man die Innenwand der Flasche mit kohlensäurefreiem destillirtem Wasser abspült.

Da in den Flaschen, wie ich sie benutzte, nach einem Abträufeln von zehn Minuten, im Durchschnitt 1,2 ccm Wasser zurückblieb, und dieses nur 0,01 ccm meines Barytwassers zur völligen Neutralisirung bedurfte, so konnte, zumal wenn dies jedesmal in Berechnung gezogen wurde, aus der Verwendung feuchter Flaschen ein Fehler nicht entstehen [2]). Was endlich das directe Hineintitriren in die trübe Barytflüssigkeit betrifft, so gilt dasselbe für unzulässig; aber es ist meiner Meinung nach, zumal bei der Prüfung der nur wenig Kohlensäure enthaltenden Aussenluft, unter der Voraussetzung sehr wohl zulässig, dass man die Flaschen nach dem Schütteln 20 bis 24 Stunden stehen lässt. Man fürchtet ja eben, dass der vorhandene kohlensaure Baryt die Endreaction merklich stört, und räth deshalb, nur in die durch Absetzenlassen geklärte Flüssigkeit zu titriren. Aber es steht fest, dass bloss der frisch gebildete, kohlensaure Baryt, weil etwas löslich, alkalische Reaction zeigt, dass aber der durch

1) Vgl. hierüber E. Pflüger, Zeitschrift f. analyt. Chemie Bd. 18 S. 302; ferner Müntz und Aubin in den Ann. de chimie et de phys. vol. XXVI p. 230.

2) Das Füllen der Flaschen mit einem Blasebalg kann leicht eine Fehlerquelle sein. Sehr oft wird nicht lange genug eingeblasen, und, wenn lange genug eingeblasen wird, besteht, wenigstens in Binnenrämen, die Gefahr, dass die kohlensäurereiche Athemluft des Füllenden miteingefüllt wird.

längeres Stehenlassen krystallinisch ausgeschiedene, weil so gut wie unlösliche, nur sehr schwach auf Phenolphthaleïn wirkt und diese Wirkung jedenfalls nur langsam ausübt. Thatsächlich tritt die Nachfärbung, wenn man nach 20stündigem Stehenlassen titrirt, so schwach und so verspätet auf, dass man die erste vollständige Entfärbung, auf welche ja Alles ankommt, ebenso schön und deutlich feststellen kann, wie bei der Titration ganz klarer Barytflüssigkeit.

Ein längeres Stehenlassen der mit Barytwasser geschüttelten Flaschen ist übrigens auch aus dem Grunde unerlässlich, weil die Absorption der Kohlensäure nicht binnen sehr kurzer Frist stattfindet. Nach de Saussure soll das Barytwasser binnen einer Stunde alle Kohlensäure absorbirt haben; ja Flügge hält bereits eine halbe Stunde für genügend; v. Pettenkofer räth, höchstens zwei Stunden zu warten, und Blochmann [1]) fordert ein Stehenlassen von wenigstens sechs Stunden. Ich stimme letzterem durchaus bei und glaube, dass man bei Verwendung einer Barytlösung der oben notirten Stärke niemals vor Ablauf von sechs Stunden hoffen darf, aus atmosphärischer Luft sämmtliche Kohlensäure absorbirt zu haben. Als ich, um die Schnelligkeit der Absorption zu ermitteln, fünf Flaschen unmittelbar hintereinander auf dem nämlichen Hofe in absolut gleicher Höhe mit Aussenluft füllte und den Kohlensäuregehalt bestimmte, fand ich folgende Werthe:

Flasche	I	nach	1/2	Stunde	3,30 ‰ CO_2
„	II	„	2	„	3,37
„	III	„	5	„	3,40
„	IV	„	6	„	3,42
„	V	„	8	„	3,42

In einer zweiten Versuchsreihe fand ich:

Flasche	I	nach	1/2	Stunde	3,39 ‰ CO_2
„	II	„	2	„	3,44
„	III	„	4	„	3,46
„	IV	„	6	„	3,47
„	V	„	8	„	3,46

1) Blochmann, J. v. Liebig's Annalen der Chemie Bd. 237.

Ungleich rascher findet die Absorption der Kohlensäure statt, wenn man immer aufs neue stark schüttelt. Für solchen Fall, aber auch lediglich für diesen, wird es genügen, wenn man eine halbe Stunde bis zur Titration wartet. Man muss dann aber alle 3—4 Minuten schütteln. Doch hat dies nur für denjenigen Werth, welcher nach der Methode v. Pettenkofer's untersuchen, nicht direct in die trübe Flüssigkeit hineintitriren will. In letzterem Falle rathe ich, stets 20 bis 24 Stunden zu warten.

Für die Untersuchung der Luft von Binnenräumen habe ich in der Regel ganz dasselbe Verfahren angewandt, welches ich vorhin schilderte; nur nahm ich zum Abspülen der Innenwand meiner Flaschen (statt 60) 100 ccm kohlensäurefreies Wasser. Nach Flügge[1]) gibt das Hineintitriren in die trübe Barytflüssigkeit ganz unbrauchbare Resultate, sobald der Kohlensäuregehalt der betreffenden Luft ein erheblicher, die Trübung jener Flüssigkeit also eine starke ist. Aber er lässt auch lediglich 30 Minuten stehen, und titrirt man dann, so trifft vollständig zu, was er von der Schwierigkeit sagt, den Eintritt der Endreaction genau zu erkennen. Wartet man dagegen etwa einen Tag, so verschwindet diese Schwierigkeit, wenigstens für denjenigen, welcher sich eingeübt hat und nicht zu langsam arbeitet. Ohne ausreichende Einübung soll man aber überhaupt die Ergebnisse der Kohlensäurebestimmung nicht als sichere registriren. Ganz gewiss kann von einer Schwierigkeit, den Beginn der Endreaction zu erkennen, nicht die Rede sein, wenn der Kohlensäuregehalt unter 15 ‰ liegt. Ist er höher, so erscheint es nicht ganz leicht, in dem betreffenden Augenblicke zu entscheiden, ob die rothe Farbe verschwand oder nicht. Man kann sich dann helfen, indem man rasch die Flasche erhebt und von der Seite durch eine tiefere Schicht hindurchblickt. Immer aber habe ich bei derartig hohem Kohlensäuregehalt der Selbstcontrole wegen eine doppelte Bestimmung, nämlich eine nach den vorher angegebenen und eine nach der v. Pettenkofer'schen Methode gemacht. Bei An-

1) Flügge, Lehrbuch der hyg. Untersuchungsmethoden S. 129.

wendung der letzteren wurde mittels des Aspirators gefüllt, wenn irgend möglich, noch innerhalb der zu untersuchenden Luft die Einführung des Barytwassers besorgt und wenigstens acht Stunden stehen gelassen. Auch spülte ich die Flasche vor der Titration mit 100 ccm kohlensäurefreien, destillirten Wassers, wie bei meinem eigenen Verfahren aus.

So erhielt ich Resultate, welche zwar niemals völlig übereinstimmten, aber doch keineswegs in bedeutendem Grade von einander differirten. In der Regel erwiesen sich dabei die nach der Methode v. Pettenkofer's gewonnenen Werthe der Kohlensäure etwas höher, als die nach meiner eigenen Methode erhaltenen. Die folgende Tabelle mag dies illustriren und zugleich einen Maassstab für die Grösse der Differenz abgeben.

Es betrug der Kohlensäuregehalt im Erdkeller [1]) des derzeitigen hygienischen Institutes:

	nach meiner Methode	nach v. Pettenkofer's Methode
am 4. Mai 1887	15,48 ‰o	15,50 ‰o
„ 5. „ „	18,00	18,15
„ 6. „ „	17,46	17,56
„ 7. „ „	15,48	15,40
„ 8. „ „	15,00	15,33
„ 9. „ „	15,25	15,49
„ 10. „ „	15,37	15,35
„ 11. „ „	16,42	16,60
„ 12. „ „	19,60	19,84
„ 13. „ „	19,77	20,01
„ 14. „ „	19,00	19,04
„ 15. „ „	18,78	19,06
„ 16. „ „	19,10	19,13
„ 17. „ „	20,22	20,06.

Aus einem Vergleiche dieser Ziffern geht hervor, dass, selbst wenn die Methode v. Pettenkofer's für die richtigere angenommen wird, das directe Hineintitriren in die trübe Barytflüssigkeit auch bei erheblichem Gehalt derselben an kohlensaurem

1) Die Beschreibung dieses Kellers wird der Leser weiter unten finden.

Baryt unter den oben betonten Cautelen kein sehr grosser Fehler ist. Aber ich glaube auch, dass die erstbezeichnete Methode selbst unter den Cautelen, deren ich vorhin erwähnte, ein völlig richtiges Resultat nicht gibt, weil das Ausgiessen der Barytflüssigkeit in ein anderes Glas und das Abheben eines Theiles der geklärten Flüssigkeit nothwendig Fehler mit sich bringt, selbst für den sehr eingeübten Forscher, und meine, dass diese Fehler mindestens ebenso schwer wiegen, wie diejenigen, welche bei der von mir angewandten Methode eintreten.

Ich habe übrigens noch einen directen Beweis dafür, dass die Methode, mit Oxalsäure auch in recht trübe Barytflüssigkeit hineinzutitriren, unter der von mir wiederholt angegebenen Voraussetzung durchaus zulässig ist und ein ausreichend genaues Resultat ergibt. Dieser Beweis liegt in Folgendem: Es wurde eine genau 4 l fassende Glasflasche mit der Luft des Kellers im hygienischen Institute gefüllt, nachdem der Kohlensäuregehalt vorher regelmässig bestimmt und einigermaassen bekannt war. Dann wurde die Flasche noch im Keller mit einem doppelt durchbohrten Schwarzkautschukkorke geschlossen, durch die eine Oeffnung desselben die lang ausgezogene Spitze einer kurzen, zu diesem Zwecke gearbeiteten Glashahnbürette [1]), dann durch diese noch ausserhalb des Kellers 22 ccm Phenolphtaleïnbarytwasser eingeführt, die andere Oeffnung geschlossen, die Flasche hin- und hergeschwenkt, stehengelassen, alsdann nach einer halben Stunde die Flüssigkeit blass erschien, 0,5 ccm Phenolphthaleïnbarytwasser hinzugelassen, als nach einer weiteren Stunde die Flüssigkeit wieder erblasste, noch 0,2 ccm jenes Wassers, und schliesslich nach einer halben Stunde noch einmal 0,1 ccm hinzugefügt. Jetzt blieb die Farbe kaum erkennbar röthlich, auch noch nach 20 vollen Stunden, so dass nunmehr zweifellos alle Kohlensäure absorbirt war. Ganz gleichzeitig war eine zweite ebenfalls genau 4 l fassende Glasflasche mit derselben Luft angefüllt worden. In diese Flasche brachte ich unter den vorhin bezeichneten Cautelen 30 ccm Phenolphthaleïnbarytwasser, schloss, schüttelte, liess

1) Dieselbe passte genau in die Oeffnung hinein und schloss sie völlig luftdicht ab.

24 Stunden stehen, titrirte mit Oxalsäurelösung und fand, dass von dieser verbraucht wurden = 7,15 ccm. Es entsprachen 24,5 ccm der Oxalsäurelösung genau 25 ccm des Phenolphthaleïnbarytwassers, die 22,8 ccm des letzteren also 22,34 ccm jener Säurelösung. Die 30 ccm Phenolphthaleïnbarytwasser entsprachen 29,40 ccm der Oxalsäurelösung. Da nun 7,15 ccm verbraucht wurden, so stellte sich die Differenz (= 22,34 und 22,25) sehr gering. Der CO_2-Gehalt betrug nach der einen Berechnung = 28,20 ‰oo, nach der anderen 28,09 ‰oo.

Eben nach dem Niederschreiben dieses Abschnittes erhalte ich die Dissertation von Victor Feltz[1]), welche sich auch mit der Kohlensäurebestimmung befasst. Der Autor, welcher unter Dragendorf in Dorpat arbeitete, hat gleichfalls die Methode v. Pettenkofer's aufgegeben und direct in die trübe Barytflüssigkeit hineintitrirt. Auch er brachte das Barytwasser gleich am Orte der Füllung[2]) in die Flasche, verschloss letztere mit doppelter oder dreifacher Kautschukplatte, schüttelte ½ bis 2 Stunden und titrirte darauf mit Oxalsäure, nachdem er 50 ccm abgekochten Wassers zum Abspülen der Innenwandung einlaufen liess. Er überzeugte sich dabei, dass ein über 30 Minuten hinaus fortgesetztes Schütteln nicht erforderlich ist, und dass auch ein längeres Stehenlassen das Resultat in keinerlei Weise beeinflusst, überzeugte sich ferner, dass die Einführung des gekochten Wassers eine Fehlerquelle durchaus nicht abgibt und berechnete schliesslich den Kohlensäuregehalt nach der Formel:

$$V0 = \frac{(V - 50)(b - a)}{760\,(+\,t\,\alpha\,t)}$$

in welcher V das Volumen der Flasche,
b den auf 0 reducirten Barometerstand,
a die jeweilige Tension des Wasserdampfes,
t die Temperatur,
α die Ausdehnungscoëfficienten der Luft

bedeutet.

1) V. Feltz, Der Kohlensäuregehalt der Luft in Dorpat. Diss. 1887.

2) Die Füllung wurde nicht durch einen Blasebalg, sondern durch Aspiration bewirkt, was gewiss zweckmässiger ist.

Das Resultat, welches V. Feltz bekam, und welches ich weiter unten in Ziffern vorführen werde, zeichnet sich aus durch den sehr niedrigen Werth für den Kohlensäuregehalt. Ich möchte beinahe glauben, dass der Autor, der in der Regel nur ½ Stunde wartete, doch nicht alle Kohlensäure absorbirt erhielt. Vielleicht hat er nicht ausgiebig geschüttelt und hätte jedenfalls gut gethan, immer erst am folgenden Tage zu titriren, um die Endreaction besser erkennen zu können.

Die Formel, nach welcher ich den CO_2-Gehalt berechnete, war die folgende:

$$V_1 = \frac{V \cdot B}{760 \cdot (1 + 0{,}003665 \cdot t)}$$

in welcher V_1 das gesuchte Volumen,
V das Volumen der Versuchsflasche,
B den jeweiligen Barometerstand,
t die Temperatur

bedeutet.

2. Die Methode der quantitativen Bestimmung der organischen Substanz in der Luft.

Die Menge der organischen Substanz in der Aussen- und Binnenluft bestimmte ich durch eine Kalipermanganatlösung, von der 1 ccm = 0,395 mg enthielt, demnach 0,1 mg O oder 0,07 ccm O abgab und 0,7875 mg Oxalsäure zu oxydiren vermochte. Die Anwendung geschah in folgender Weise:

An einem, 1 l fassenden, Aspirator war durch eine Klammer in senkrechter Lage ein Reagenzglas befestigt, welches vorher durch Kochen mit Kalipermanganatlösung von aller oxydablen Substanz befreit worden war. Dasselbe erhielt eine Füllung von 9 ccm reinsten, im Institute selbst destillirten Wassers und genau 1 ccm der Kalipermanganatlösung nebst einigen Tropfen verdünnter Schwefelsäure und wurde dann mit einem doppelt durchbohrten Kautschukkork geschlossen. Durch die eine Oeffnung reichte ein in Kalipermanganatlösung mehrfach ausgespültes Glasrohr bis zum unteren Ende des Reagenzglases. Dieses Glasrohr hatte oberhalb des Korkes eine halbkugelförmige Ausbuchtung

und enthielt hier reinste, mit Kalipermanganat behandelte, dann mit reinstem destillirtem Wasser ausreichend gespülte und wieder getrocknete, nach dem Trocknen zerkleinerte Glaswolle, oder auch geglühte und zerkleinerte Asbestmasse, gepresst in 2,0 ccm hoher Schicht. Durch die zweite Oeffnung des Kautschukkorkes reichte ein anderes Glasrohr nur eben bis an die untere Fläche des Korkes und war an seinem, den letzteren nach oben überragenden, Ende durch einen Kautschukschlauch in Verbindung gebracht mit einem rechtwinklig gebogenen Glasrohr, welches aus einem, die obere Oeffnung des Aspirators hermetisch schliessenden, Kautschukkorke hervorging. Wurde der unten am Aspirator befindliche Hahn geöffnet, so floss hier das im Aspirator gesammelte Wasser (1 l) ab, und gleichzeitig drang Luft durch die Glaswolle und das lange Glasrohr in die Kalipermanganatlösung des Reagenzglases, aus ihr in das kürzere Glasrohr und durch letzteres, bzw. den Kautschukschlauch und das rechtwinklig gebogene Glasrohr in den Aspirator. Nach vollständiger Entleerung des letzteren, worauf etwa 12 Minuten verstrichen, wurde er neu gefüllt und dies wiederholt, bis 10, 15, 20 oder noch mehr Liter Luft hindurchgegangen waren. Es wurde sodann die Glaswolle, bzw. die Asbestmasse, mit 60 ccm reinsten destillirten Wassers, 2 ccm Kalipermanganatlösung, 1 ccm verdünnter Schwefelsäure in einem absolut reinen Glase übergossen, geschüttelt, fünf Minuten gekocht und mit Oxalsäure (von 0,7875 auf 1000,0 in zehnfacher Verdünnung) titrirt. Ebenso wurde die im Reagenzglase befindliche Kalipermanganatlösung 5 Minuten gekocht und mit dieser verdünnten Oxalsäurelösung titrirt. So erhielt ich die Werthe für die Mengen Kalipermanganat, welche nöthig waren zur Oxydation der staubförmigen und der gasigen oxydablen Substanz, die in der untersuchten Luft vorhanden war.

Diese Methode gibt ungemein brauchbare Resultate, wenn man nur nicht zu rasch durchlaufen lässt. Ein gutes Merkzeichen besitzt man ja an dem Quirlen der Luftblasen in der Füllung des Reagenzglases. Es muss aber anderseits sehr darauf geachtet werden, dass die Glaswolle resp. Asbestmasse vollständig trocken ist, weil sonst der Durchtritt der Luft erschwert oder ganz unmöglich wird.

Ein noch compendiöserer Apparat als der soeben beschriebene, ist der folgende, ebenfalls von mir construirte und vielfach benutzte. Auf einer rundlichen Holzplatte stehen zwei Probirgläser mit flacher Basis; sie werden in der Nähe ihres unteren und oberen Endes durch einen Reifen zusammengehalten, welcher durch leichte Ausbuchtungen jedes Glas noch besonders fixirt. Beide Gläser tragen doppelt durchbohrte Gummikorke und sind durch Glasröhren, welche durch diese Korke hindurchgehen, so mit einander verbunden, dass Luft, welche in das erste Probirglas eintritt, auch das zweite durchlaufen kann. Nun trägt das Glasrohr, durch welches die Luft in das erste Probirglas eintreten soll, an seinem oberen Ende eine Ausbuchtung zur Aufnahme reinster, zerkleinerter Asbestmasse oder Glaswolle und dringt abwärts bis ins untere Ende dieses Probirglases I, welches hier eine sehr verdünnte Lösung von Kalihydrat in reinstem, destillirtem Wasser enthält. Das zweite Glasrohr dieses nämlichen Probirglases I beginnt aber unterhalb des Kautschukkorkes und läuft dann mit einem Bogen in das zweite, mit sehr verdünnter Schwefelsäure gefüllte, Probirglas, um hier nahe dem unteren Ende desselben inmitten der Flüssigkeit zu enden. Eben unterhalb des Kautschukkorkes dieses Probirglases II beginnt ein anderes Glasrohr, welches oberhalb des Korkes unter rechtem Winkel gebogen und hier an seinem Aussenende einen Kautschukschlauch trägt. Dieser hat ganz nahe dem Glasrohr einen ihn selbst schräg durchschneidenden Schlitz und steht an seinem anderen Ende in Verbindung mit einer Hartgummispritze, die ganz genau 50 ccm fasst. Wird der Stempel ausgezogen, so dringt Luft durch die Asbestmasse in das Probirglas I, in dessen Flüssigkeit, aus letzterer mittels des gekrümmten Glasrohres in Probirglas II, in dessen saure Flüssigkeit und weiterhin durch das recktwinkelig gebogene Glasrohr in den Gummischlauch bzw. die Gummispritze. Schliesst man darauf mit zwei Fingern den Gummischlauch unmittelbar da ab, wo er von dem rechtwinkelig gebogenen Glasrohr abgeht und schiebt man den Stempel wieder vor, so entweicht die Luft aus dem Schlitz, der vorher durch den Druck der Atmosphäre geschlossen war, jetzt aber durch den Druck

der gegen ihn andringenden Luftmasse sich öffnet. Jetzt sind 50 ccm der zu untersuchenden Luft durch den Apparat gegangen. Man erneuert nunmehr die Stempelbewegungen und kann so 10, 15, 20 und mehr Liter hindurchtreten lassen, um darauf die Asbestmasse, den Inhalt des Probirglases I sowie des Probirglases II in der vorhin angegebenen Weise einzeln oder vereinigt auf organische Substanz zu untersuchen.

Selbstverständlich wird man auch bei Anwendung dieses Apparates dafür sorgen müssen, dass die Luft langsam und möglichst gleichmässig hindurchtritt, sowie, dass alle Gläser und Glasröhren nur völlig rein in Benutzung genommen werden. Unter diesen Cautelen ist der Apparat sehr wohl anwendbar. Sein Hauptvorzug liegt darin, dass er leicht transportabel ist und überall, z. B. auch in Kloakenkanälen, ohne jede Unbequemlichkeit benutzt werden kann.

Um die staubförmigen organischen Substanzen der Luft zu bestimmen, benutze ich sehr oft ein drittes Verfahren, nämlich folgendes:

Eine 10 l fassende Flasche wird mit Leitungswasser ganz gefüllt, ein doppelt durchbohrter Kautschukkork fest aufgesetzt, durch die eine Oeffnung ein Glasheber tief eingeführt, in der anderen ein Glasrohr befestigt, welches mit seinem unteren Ende den Wasserspiegel nicht berührt, an dem oberen bauchigen Ende aber mit mehrfach ausgeglühter, ziemlich fest gepresster Asbestmasse reichlich 2 cm hoch gefüllt ist. Durch den Heber wird das Wasser in etwa 40—45 Minuten entleert. Ich entnehme sodann die Asbestmasse mit reiner, geglühter Pincette, bringe sie in 60 ccm reinsten destillirten Wassers, schüttle stark, füge 2 und nach Umständen mehr Cubikcentimeter Kalipermanganatlösung nebst 1 ccm verdünnter Schwefelsäure hinzu, koche 5 Minuten und titrire mit Oxalsäure in bekannter Stärke.

Da die Menge der organischen Substanz in der Luft, namentlich der äusseren, nur eine relativ geringfügige ist, so kommt Alles darauf an, nicht zu kleine Volumina Luft zu untersuchen und sehr sorgsam zu titriren. Was das Letztere anbetrifft, so hat mir niemals die übliche Methode genügt, das Zulaufenlassen der

Oxalsäurelösung bei einem bestimmten Farbentone der mit Kalipermanganat gefärbten Flüssigkeit zu sistiren. Es sind dabei Fehler unvermeidlich, welche bei der Untersuchung von Wasser allerdings wenig ins Gewicht fallen, bei der Untersuchung der Luft aber aus dem soeben angegebenen Grunde ausserordentlich belangreich sind. Ein Zuviel oder Zuwenig von nur 0,05 ccm der Oxalsäurelösung würde für unsere Prüfung das Resultat unter Umständen um 20—30 % zu niedrig oder zu hoch gestalten. Um diesen, aus der Betrachtung mit dem blossen Auge erwachsenden Fehler zu eliminiren, bediene ich mich — übrigens auch bei der Untersuchung von Wasser — ganz regelmässig des Spectroskops, und zwar des für diesen Zweck so ausserordentlich geeigneten Taschenspectroskops von Schmidt-Haensch. Bekanntlich gibt die hinreichend verdünnte Kalipermanganatlösung ein sehr deutliches Absorptionsspectrum von zwei centralen dunkleren und zwei lateralen matteren Bändern. Dasselbe schwindet in dem Augenblicke, wo die letzte Spur von Kalipermanganat zersetzt wird. Ich untersuche nun, wenn die rothe Farbe im Verschwinden ist, mit dem Spectroskope und höre mit dem Zusatze von Oxalsäure auf, wenn die beiden centralen dunklen Bänder, die sich am längsten halten, nur noch ganz, ganz schwach erkennbar, die beiden lateralen aber bereits völlig geschwunden sind. Diese Prüfung nehme ich vor in einer 4 ccm tiefen Schicht und gewinne dadurch ein viel genaueres Resultat als ohne Anwendung des Spectroskopes.

3. Die Bestimmung der Mikroorganismen in der Luft nach Zahl und Art.

Zu der Zeit, als ich meine Untersuchungen über den Gehalt der Luft an Mikroorganismen begann, waren nur solche Methoden bekannt, welche ein voll befriedigendes Resultat nicht geben konnten. Ich rechne zu ihnen auch die beiden viel geübten Methoden Hesse's und Miquel's. Inzwischen haben Petri[1]) und Frankland[2])

1) Petri, Zeitschrift für Hygiene Bd. 3 S. 1.

2) P. Frankland, Zeitschrift für Hygiene Bd. 3 S. 2.

Verfahren mitgetheilt, welche wesentlich zuverlässiger sind, ja Fehlerquellen kaum noch aufweisen, wenn sie der Vorschrift gemäss zur Ausführung gelangen. Sie beruhen darauf, dass ein bestimmtes Quantum Luft durch ein filtrirendes Material, in dem einen Falle sterilen Sand, in dem anderen sterile Glaswolle, gesogen wird, und dass dann die Untersuchung der letzteren auf ihren Keimgehalt nach der üblichen Methode mittels des Platten- oder Esmarch'schen Verfahrens erfolgt. Ein ähnliches Princip verfolgt meine seit nunmehr etwa 2 Jahren angewandte Methode, über welche ich bereits im October 1887 kurz berichtet habe. Es ist dies die folgende:

Ich benutze den vorhin erwähnten Aspirator mit dem senkrecht an ihm befestigten Cylinderglase und verwende ihn genau so, wie bei der Prüfung der Luft auf organische Substanz. Nur enthält das Cylinderglas für die Untersuchung der Luft auf die Zahl der Keime bloss 5 ccm reinstes destillirtes, steriles Wasser, und ist mit dem Kautschukkork, den beiden Glasröhren, die ihn durchsetzen, und dem Kautschukschlauch, welcher die kurze Glasröhre mit dem oberen Theile des Aspirators verbindet, vor dem Gebrauche durch strömenden, heissen Dampf sterilisirt worden, wobei das Eindringen von Feuchtigkeit in die vorher mit trockener Hitze sterilisirte Glaswolle durch Aufsetzen eines derben Wattetampons auf die obere Oeffnung des Glasrohrbauches verhütet wird. Beim Oeffnen des Aspiratorhahnes dringt die zu untersuchende Luft in die Glaswolle, welche hinreichend fest gepresst ist, darauf in das Wasser und jenseits des Wassers in den Aspirator. Nachdem 1 l ausgeflossen ist, wird neu gefüllt, und dies wiederholt, bis 10, 15 oder 20 l Luft filtrirt sind. Dann ziehe ich den Gummischlauch von der kurzen, senkrechten Glasröhre, lüfte den Gummikork des Cylinderglases, lockere mit einem geglühten Platinstäbchen die Glaswolle, stosse sie in das Wassèr des Cylinderglases, schliesse dieses wieder mit sterilisirter Watte, schüttele Flüssigkeit und Glaswolle, bis letztere sich gleichmässig im Wasser vertheilt, lüfte den Watteverschluss, giesse verflüssigte sterile Nährgelatine nach kurzem Erhitzen der oberen Oeffnungen der betreffenden Gläser hinzu, verschliesse aufs neue mit steriler

Watte, schüttele noch einmal und suche nun nach E. Esmarch's Methode die Masse rings an den Wänden rasch zum Erstarren zu bringen. Es empfiehlt sich eben deshalb, nicht viel Wasser — ich sagte vorhin 5 ccm — dagegen recht concentrirte Gelatine zu verwenden.

In dem Cylinderglase entwickeln sich nun innerhalb der nächsten Tage die Keime zu Colonien, welche dann nicht bloss mit Leichtigkeit gezählt, sondern auch mit schwacher Vergrösserung betrachtet werden können, und aus welchen man ohne Mühe mit geglühten Platinnadeln kleine Partikelchen zur weiteren Untersuchung entnehmen kann.

Dies Verfahren hat sich mir in sehr hohem Maasse bewährt. Ursprünglich verwandte ich zwei Glaswollschichten, habe dann aber die eine fortgelassen, weil ich sah, dass die zweite stets steril blieb. Ich bemerke jedoch, dass ich die Glaswolle sehr fein zerkleinere und fest einpresse. Das Wasser ist nicht überflüssig. Es dient dazu, uns anzuzeigen, dass der Apparat richtig functionirt. Man erkennt dies ja an dem Quirlen der Flüssigkeit. Ausserdem erhöht die Anwesenheit des Wassers die Sicherheit des Apparates, insofern es eventuell durchschlüpfende Keime auffangen würde. Ein Wachsen derselben in dem aller Nährstoffe baren, stetig bewegten Wasser ist mit Bestimmtheit auszuschliessen. Was das Schütteln der Glaswolle mit diesem Wasser anbelangt, so glaube ich, dass es unnöthig, ja bedenklich ist, dasselbe eine volle halbe Stunde fortzusetzen, wie man dies vorgeschlagen hat, unnöthig, weil man die Trennung der Verbände von Keimen sehr wohl auch durch weniger anhaltendes Schütteln erreicht, und bedenklich, weil ein solches lange fortgesetztes Schütteln möglicherweise die Entwickelungsfähigkeit einzelner Pilze beeinträchtigt. Es genügt nach meinen Beobachtungen vollständig, wenn man einige Minuten ziemlich kräftig hin und her schüttelt. Endlich halte ich es gerade bei Untersuchung der Luft für ungemein empfehlenswerth, die Nährgelatine nicht, wie üblich, auf Platten auszugiessen. Denn es ist hierbei erfahrungsgemäss der Zutritt von Mikroorganismen kaum vollständig fernzuhalten, so dass dann beim Hervortreten von Colonien die Frage ihrer Provenienz nicht immer

mit voller Sicherheit beantwortet werden kann; ein Umstand, welcher sehr ins Gewicht fällt, wenn es sich, wie meistens bei der Prüfung von Luft, um nur eine geringfügige Zahl derartiger Colonien von Keimen handelt.

Um über die Arten der in der Luft vorhandenen Mikroorganismen mich zu orientiren, habe ich aber nicht bloss die eben beschriebenen Reagenzglasculturen hergestellt, sondern auch Platten mit Nährgelatine, sterilisirte Kartoffelscheiben, ferner sterile Milch und sterile Fleischbrühe in Gefässen mit weiter Mündung eine bestimmte Zeit der Luft ausgesetzt und nachher gemäss den Regeln der bacterioskopischen Technik weiter behandelt. Es erschien mir dies namentlich in Bezug auf das Auffinden von pathogenen Spaltpilzen unerlässlich. Es steht ja fest, dass sie keineswegs alle in und auf demselben Nährmedium wachsen. Beschränkte ich mich also auf die Reagenzglasculturen, so musste ich gewärtig sein, dass mir einzelne Arten ganz entgingen.

Es wurden ferner kleine Partikelchen Staubmasse, welche auf vorher sorgsam gereinigten und sterilisirten Glasplatten draussen bei ruhiger Luft und in den untersuchten Binnenräumen sich ansammelten, mit sterilisirten Platinösen oder Lancettchen in Nährgelatine gebracht, auf Kartoffelscheiben vertheilt, auf steriles geronnenes Blutserum eingerieben. Ich hoffte auf diese Weise noch mehr Sicherheit zu gewinnen, dass mir keine Art von Spaltpilz, insbesondere keine pathogene Art entschlüpfte. Es wird sich zeigen, dass trotz aller Sorgfalt und Mühe die Ausbeute auf diesem Gebiete keine sehr erhebliche gewesen ist. Das soll mich aber nicht abhalten, auf dem beschrittenen Wege fortzufahren, der mir der richtige zu sein scheint. Es muss gelingen, wenigstens in der Luft der Binnenräume die Erreger einer Reihe von Krankheiten aufzufinden, wenn man nur mit der nöthigen Consequenz handelt und sich nicht auf einige gelegentliche Untersuchungen beschränkt.

4. Die Methode der Bestimmung des Ammoniakgehaltes in der Luft.

Der Nachweis des Vorhandenseins von Ammoniak in der Luft ist leicht zu erbringen, wenn man nach folgender Methode prüft:

Mit einem Zerstäubungsapparate wird ammoniakfreies, destillirtes Wasser aus der Entfernung von etwa 1 m gegen eine schräg aufgestellte, reine Glasscheibe zerstäubt und das von ihr abträufelnde Wasser in einer reinen Porcellanschale aufgefangen. Sind 15 bis 20 ccm gesammelt, so prüft man mit Nessler's Reagens. Es gelingt, mit diesem Verfahren in kürzester Frist zu constatiren, ob Ammoniak vorhanden ist, oder nicht.

Um dasselbe quantitativ zu bestimmen, liess ich unter Benutzung eines Aspirators Luft sehr langsam durch 10 ccm eines mit verdünnter Schwefelsäure schwach angesäuerten ammoniakfreien destillirten Wassers streichen, versetzte letzteres, nachdem 20—30 l hindurchgestrichen waren, mit Nessler's Reagens und verglich die durch dieses hervorgerufene Gelbfärbung mit derjenigen, welche es in Ammoniaklösungen von bekanntem Gehalte erzeugte. Ich benutzte zum Vergleiche eine Lösung von 0,3147 Salmiak in 1 l Wasser, die somit = 0,1000 Ammoniak in 1 l entsprach, und die beim Vergleiche (nach Zusatz von Nessler's Reagens) mit so viel Wasser verdünnt wurde, bis völlige Gleichheit des Farbentones erreicht schien. Konnte Gelbfärbung nur eben noch wahrgenommen werden, so war der Ammoniakgehalt = 0,005 mg : 100 ccm Wasser.

5. Die Bestimmung der Luftfeuchtigkeit.

Die Bestimmung der Luftfeuchtigkeit habe ich durchweg mit dem feststehenden August'schen Psychrometer, nur vergleichsweise mit dem Haarhygrometer von Klinkerfues vorgenommen. Dies letztere gibt namentlich bei sehr niedrigem und sehr hohem Feuchtigkeitsgehalte ganz unsichere Resultate, während das ersterwähnte Instrument Nichts zu wünschen übrig lässt. Denecke[1]) hat zwar neuerdings das Schleuderhygrometer vorgezogen. Aber es war mir die Anwendung desselben in einzelnen Räumen, deren Luft untersucht werden sollte, ganz unmöglich, weil sie zu eng waren. Deshalb erschien es mir richtiger, sämmtliche Untersuchungen mit dem überall anwendbaren feststehenden August'schen Psychrometer vorzunehmen. Ausserdem

1) Deneke, Zeitschrift für Hygiene Bd. 1 S. 47.

dürfte der hauptsächlichste Vorwurf, welchen Deneke diesem feststehenden Psychrometer macht, dass es nämlich unsichere Resultate gebe, weil in der unmittelbaren Nähe der ruhenden feuchten Kugel sich eine feuchtere Atmosphäre bildet, hinfällig sein, da es feststeht, dass der Ausgleich zwischen diesem feuchteren Luftmantel und der weniger feuchten Luft ringsumher ungemein rasch sich vollzieht. Andererseits ist es sehr schwierig, das Schleudern des bewegten Psychrometers in durchaus gleichmässigem Tempo zu handhaben, und endlich ist zu beachten, dass man in Binnenräumen den Feuchtigkeitsgehalt der Luft durch die eigene Athmung nicht unwesentlich alteriren wird, wenn man das Schleuderpsychrometer anwendet, da das von Deneke für jede Einzelbestimmung geforderte hundertmalige Umschleudern doch eine erheblich grössere Zeit in Anspruch nimmt, als wenn man das feststehende Psychrometer einfach aufstellt. Im übrigen stimme ich dem oben genannten Autor zu, wenn er betont, dass es richtiger sei, das Sättigungsdeficit, als die relative Feuchtigkeit zu bestimmen. Denn die Kenntnis der letzteren allein gibt keinen richtigen Maassstab zur Beurtheilung der Feuchtigkeitsverhältnisse; es muss in jedem Falle die Temperatur der Luft berücksichtigt werden, und das geschieht eben bei der Ermittelung des Sättigungsdeficits. Letzteres aber ist von entscheidendem Einflusse auf die Ausscheidung des Wassers von unserer Haut und unseren Lungen. Ueber die Berechnung des Deficits brauche ich kaum ein Wort zu sagen. Man findet es ja leicht, wenn man nach den Tabellen der Physik-Lehrbücher den Werth für die höchstmögliche Feuchtigkeit bei der gefundenen Temperatur aufsucht, den Werth für die thatsächlich vorhandene, also für die absolute Feuchtigkeit aus der Differenz des feuchten und trockenen Thermometers berechnet und diesen letzteren Werth von jenem ersteren subtrahirt. Die Differenz ist das gesuchte Sättigungsdeficit.

Legt man der Berechnung die Werthe der Psychrometertafel zu Grunde, welche sich in Flügge's »Lehrbuch der hygienischen Untersuchungsmethoden« findet, so muss man erst die Gewichtsmenge des Wasserdampfes aus den Werthen ermitteln, welche

dort für die Tension desselben angegeben sind. Es geschieht dies nach der Formel:

$$y = 1293 \cdot \frac{1}{1 + at} \cdot \frac{p}{760} \times 0{,}623,$$

in welcher a den Ausdehnungscoëfficienten der Luft für 1 ° C. = 0,00367, t die Temperatur und p den Luftdruck bezeichnet.

Bequemer ist es, die Tabellen von Müller[1]) zu benutzen, welche den Wassergehalt eines Cubikmeters Luft schon in Grammes angeben. Gesetzt z. B.,

es sei der Stand des trockenen Thermometers = + 20 ° C.,
„ „ „ „ „ feuchten „ = + 16 ° C.,

so findet man, dass
die maximale Feuchtigkeit bei + 20° C. = 17,1 g : 1 cbm ist,
und die absolute Feuchtigkeit thatsächl. = 11,1 g : ..... beträgt.

Die relative Feuchtigkeit war demnach

$$= \frac{111}{171} \text{ oder } 64\,\%,$$

das Sättigungsdeficit aber 6,00 g.

Auf Grundlage dieser Müller'schen Tabellen, die ja auch in einzelne Handbücher der Hygiene übergegangen sind, habe ich die später mitgetheilten Werthe für das Sättigungsdeficit in der Aussen- wie in der Binnenluft ermittelt.

Es sei hier beiläufig bemerkt, dass auf die Nothwendigkeit, das Sättigungsdeficit zu berücksichtigen, schon vor langer Zeit, und nicht bloss von Physikern, hingewiesen ist. Dies geschah z. B. bereits im Jahre 1869 Seitens des Dr. S. Pappenheim[2]). In einer lesenswerthen Abhandlung über die Beziehungen der Diphtheritis zu den Witterungsverhältnissen lieferte er eine Reihe von Tabellen, welche die Temperatur des trockenen, des feuchten Thermometers, die Differenz zwischen beiden Temperaturen, den thatsächlichen Dampfvorrath in 1000 Cubikfuss, die Aufnahmefähigkeit im Sättigungszustande und die Verdunstungsfähigkeit an bestimmten Tagen des Jahres 1866 uns vorführt.

1) Müller, Kosmische Physik 1856 S. 398.

2) S. Pappenheim, Journal f. Kinderkrankheiten. Erlangen. XXVII. S. 252.

Das Ergebnis der Luftuntersuchungen.

Ueber den Kohlensäuregehalt der atmosphärischen Luft stimmen die Angaben der Autoren keineswegs vollständig überein; ja die Ziffern differiren zum Theil relativ nicht unbedeutend. Es hängt dies vor allem mit dem Umstande zusammen, dass nicht immer gleiche Methoden der Untersuchung angewandt wurden, und dass die meisten derselben Fehlerquellen haben, welche erst durch lange, ausdauernde Uebung auf ein bestimmtes, niedriges Maass einzuschränken sind. Von Einfluss ist es aber auch gewesen, dass unter verschiedenen Verhältnissen untersucht wurde, und dass einzelne der Autoren mit wenigen Ermittelungen sich begnügten.

Die Differenz der Angaben geht aus folgender Zusammenstellung hervor.

In der Aussenluft fand:

v. Gilm[1])	4,15 ‰₀ CO_2,
de Saussure[2])	4,10
Boussinggault[3]) (in Paris)	4,00
Angus Smith[4]) (in der Stadt Genf)	4,68
„ „ (in Madrid)	5,16
„ „ (vor Madrid)	4,50
„ „ (in Glasgow)	5,02
Macagno[5]) (in Palermo) bei gutem Wetter . .	3,90
v. Fodor[6]) (in Ofen-Pest)	3,89
„ (in Klausenburg)	3,80
Wolffhügel[7]) (in München)	3,76
Farsky[8]) (in Tabor)	3,43
Spring u. Roland[9]) (in Lüttich)	3,33

1) v. Gilm, Nach Renk, Die Luft in v. Ziemssen's Handbuch der Hygiene S. 26.

2) de Saussure, Ebenda.

3) Boussinggault, Ebenda.

4) Angus Smith, On air and rain S. 45.

5) Macagno, Chem. Centralblatt Bd. 11 S. 225.

6) v. Fodor, Hyg. Untersuchungen über Luft, Boden u. Wasser S. 23

7) Wolffhügel, Zeitschrift für Biologie Bd. 15 S. 98.

8) Sitzungsberichte der Wiener Akad. mathem.-physik. Klasse Bd. 74.

9) Spring, Biedermann's Centralblatt Bd. 15 S. 290.

Truchot[1]) (in Clermont) [Mittel]	3,30 ‰o CO_2,
Hesse[2]) (in München)	3,30
Ebermayer[3]) (im bayer. Hochgebirge) . . .	3,20
Henneberg[4]) (in Weende)	3,20
Blochmann[5]) (in Königsberg)	3,00
Levy[6]) (auf Montsouris)	3,00
Fr. Schultze[7]) (in Rostock)	2,92
Reiset[8]) (in Ecorcheboeuf)	2,90
Müntz et Aubin[9]) (in Centralamerika) . . .	2,82
„ „ (in Südamerika)	2,71
„ „ (am Cap Horn)	2,56
„ „ (in Frankreich auf freiem Felde)	2,88
Victor Feltz[10]) (auf dem Domhofe zu Dorpat) .	2,66 ‰o CO_2.

Die Differenzen sind also thatsächlich nicht unbedeutend, auch wenn man nur die unter sehr ähnlichen Verhältnissen, z. B. die auf freiem Felde angestellten Untersuchungen ins Auge fasst. Denn während Müntz und Aubin im Freien einen Gehalt von nur 2,88 ‰o fanden, constatirte Angus Smith im Freien vor Madrid 4,50 ‰o, Levy im Park von Montsouris 3 ‰o.

Blochmann[11]) hält es auf Grundlage der Ergebnisse seiner Bestimmungen (die übrigens nicht sehr zahlreich waren) für sicher, dass der Kohlensäuregehalt der Aussenluft im Durchschnitt nur 3,00 ‰o beträgt. Auch Renk[12]) gibt ihn für die Luft im Freien auf rund 3,00 ‰o an, während Cameron[13]) ihn noch zu 4,00 ‰o berechnet.

1) Truchot, Annales agrononiques 1877 S. 69.
2) Hesse, Zeitschrift f. Biologie Bd. 13 S. 404.
3) Ebermayer, Die Beschaffenheit der Waldluft und die Bedeutung der atmosphärischen Kohlensäure.
4) Henneberg, Nach Blochmann a. a. O. S. 66.
5) Blochmann, Liebig's Annalen Bd. 237
6) Levy, Comptes rendus Bd 90 S. 32.
7) Fr. Schultze, Landwirthschaftliche Versuchsstationen Bd. 14 S. 366.
8) Reiset, Comptes rendus Bd. 88 S. 1007.
9) Müntz et Aubin, Ebenda Bd. 92 S. 247.
10) V. Feltz, a. a. O.
11) Blochmann, a. a. O.
12) Renk, Die Luft S. 28.
13) Cameron, A Manual of Hygiene 1874 S. 98.

Nach meinen, ein Jahr hindurch fortgesetzten, Untersuchungen ist der Kohlensäuregehalt zu Rostock im Mittel niedriger als 4 ‰₀, aber entschieden höher als 3 ‰₀. Ich fand aus 420 Bestimmungen, die während der Zeit von Ende September 1886 bis Ende August 1887 gemacht wurden, als Durchschnitt 3,51 ‰₀. Der niedrigste Gehalt war 3,10 ‰₀, der höchste 4,04 ‰₀. Allerdings wurden alle jene 420 Bestimmungen ausgeführt mit einer Luft, die nicht eigentlich als freie zu bezeichnen ist, nämlich mit der Luft des neben dem bisherigen hygienischen Institute zu Rostock belegenen Hofes der Universität. Dieser Hof ist etwa 900 qm gross, auf drei Seiten von Gebäuden umgeben, auf der vierten, westlichen an einen Garten stossend, zum Theil mit schöngrünem Rasen bedeckt, zum Theil gepflastert, frei von Cloakenöffnungen und von Abortgruben. Entnommen wurde die Luft in der Höhe von 20 ccm über dem Erdboden, und zwar nicht über dem Rasen des Hofes, sondern über der Pflasterung. Ich bemerke dies deshalb, weil Wollny[1]) nach seinen Feststellungen es als erwiesen ansieht, dass der Kohlensäuregehalt der Luft über einem mit Vegetation bedeckten Terrain geringer, als über einem brachliegenden ist.

Weniger oft, im Ganzen 26 mal, habe ich Controlbestimmungen über den Kohlensäuregehalt in völlig freier Luft, d. h. vor den äussersten Stadttheilen auf dem Felde gemacht und im Durchschnitt einen Gehalt von 3,18 ‰₀ gefunden. Das Minimum war 2,79 ‰₀, das Maximum 3,66 ‰₀. Danach wäre die Luft auf völlig freiem Felde vor Rostock um 0,33 ‰₀ ärmer an Kohlensäure, als diejenige auf dem Hofe der Universität. Renk[2]) berechnet die Differenz zwischen der Luft im Freien und in den Städten höher, nämlich auf 0,67 ‰₀, doch nicht auf Grund eigener Ermittelungen, sondern auf Grund der Zusammenstellungen der verschiedenen Autoren über den Kohlensäuregehalt der Luft im Innern von Städten und im Freien. Meine Angabe stimmt dagegen ziemlich genau mit derjenigen Blochmann's, welcher den Unterschied auf 0,20 bis 0,30 ‰₀ annimmt.

---

1) Wollny, Forschungen auf dem Gebiete der Agriculturphysik Bd. 8 S. 405.
2) Renk in v. Pettenkofer u. Ziemssen's Handb. d. Hygiene Bd. 1 S. 29.

Dass dies für Rostock der Wahrheit nahe kommt, geht auch aus Vergleichsbestimmungen hervor, welche ich an den nämlichen Tagen und zu fast derselben Tageszeit ausführte. So ermittelte ich im Jahre 1887 am

	im Freien	auf dem Universitätshofe
5. Februar	3,17 ‰o CO_2	3,49 ‰o CO_2
4. März	3,34	3,71
10. April	3,10	3,42
10. Mai	3,42	3,54

Vielleicht ist aber anderswo der Unterschied thatsächlich grösser als hier. Rostock hat sehr wenig Fabrikschornsteine, dagegen viele Gärten und überhaupt viele Vegetation innerhalb der Stadt, sowie reichlich bewegte Luft.

Nach einzelnen Autoren findet eine Aenderung des Kohlensäuregehaltes der Luft mit zunehmender Höhe (bis zu 3000 m!) nicht statt [1]). Einen geringen Unterschied habe ich aber trotzdem in relativ sehr wenig bedeutender Höhe constatiren können.

So betrug der Kohlensäuregehalt im Jahre 1887 am

	20 cm über der Erde	ca. 12 m hoch
2. Februar	3,47 ‰o CO_2	3,44 ‰o CO_2
6. Februar	3,42	3,41
1. März	3,67	3,65
1. Mai	3,40	3,39
2. Mai	3,62	3,60

Im übrigen bin ich weit davon entfernt, aus dem Ergebnis dieser wenigen Untersuchungen zu schliessen, dass constant auch im Freien eine Differenz zwischen der Bodenniveauluft und der Luft höherer Schichten hinsichtlich des Kohlensäuregehaltes bestehe. Um dies behaupten zu können, würde man eine fortlaufende Reihe von Luftprüfungen auch ausserhalb der Stadt in verschiedener Höhe zu Grunde legen müssen. Für unwahrscheinlich halte ich es aber keineswegs, dass man Unterschiede in dem Kohlensäuregehalte niederer und höherer Luftschichten findet. Bekanntlich hat schon v. Fodor [2]) auf den Einfluss des

1) Vgl. z. B. Blochmann, a. a. O. S. 68.

2) v. Fodor, Hyg. Untersuchungen über Luft, Wasser und Boden. S. 39.

Ausströmens der Bodenluft in die über der Erdoberfläche befindliche Luft und ebenso auf den Einfluss der Absorption des befeuchteten Bodens hingewiesen und aus diesen beiden Factoren die von ihm im hygienischen Institute zu Ofen-Pest gefundenen Differenzen des Kohlensäuregehaltes verschieden hoher Luftschichten zu erklären versucht. Da jedenfalls der erstbezeichnete Factor, das Ausströmen der oft sehr kohlensäurehaltigen Bodenluft, vielfach in starkem Grade sich geltend macht, so ist es doch recht wohl möglich, dass wenigstens zeitweise in den verschiedenen Höhen ein verschiedener Kohlensäuregehalt gefunden wird, zumal, wenn die Luft an den betreffenden Tagen nicht sehr bewegt oder ganz ruhig ist. Dies letztere wird gerade in geschlossenen Höfen öfters vorkommen.

Was den Kohlensäuregehalt der Atmosphäre in den einzelnen Jahreszeiten anbelangt, so stellte er sich nach meinen Ermittelungen während des Jahres 1886/87 entschieden am höchsten in den kalten, am niedrigsten in den heissen Monaten. Als Durchschnitt hatte der

Januar	3,65 ‰o CO_2	in der Luft des Universitätshofes.
Februar	3,68	
März (29 Tage)	3,61	
April	3,50	
Mai	3,51	
Juni	3,42	
Juli (27 Tage)	3,30	
August (24 Tage)	3,28	
September (nur 4 Tage)	3,34	
October	3,54	
November	3,63	
December	3,67	

Das absolute Minimum fiel auf den 10. Juli 1887, das absolute Maximum dagegen auf den 7. December 1886.

Die Thatsache, dass der Kohlensäuregehalt in gewisser Abhängigkeit von den Jahreszeiten steht, lässt es, wenn man einen Durchschnittswerth gewinnen will, unerlässlich erscheinen, die Bestimmungen über das ganze Jahr aus-

zudehnen. So glaube ich, beiläufig gesagt, dass Blochmann mit seiner etwas umständlichen, aber sehr sorgsamen Methode einen höheren Mittelwerth erhalten haben würde, wenn er seine Untersuchungen nicht bloss im Anfang September (vom 4. bis 13. des Monats) ausgeführt hätte. Er constatirte Schwankungen der CO_2 von 2,84 ‰₀ bis 3,15 ‰₀ und berechnete, wie schon oben angegeben wurde, das Gesammtmittel zu 3,0 ‰₀. Nach dem Ergebnis meiner Feststellungen dürfte dasselbe nicht dem Jahresmittel entsprechen, da der CO_2-Gehalt der Luft während der Monate August und September keineswegs dem durchschnittlichen nahe oder gleichkommt, sondern unter demselben liegt.

Die übereinstimmende Ansicht aller Autoren, welche fortlaufende CO_2-Bestimmungen machten, geht dahin, dass die Windrichtung erheblichen Einfluss auf den Gehalt an jenem Gase ausübt. So fand bereits Fr. Schulze[1]), dass derselbe in Rostock höher sich stellte, wenn der Wind von der Landseite, speciell wenn er aus NO., als wenn er vom Meere, speciell wenn er aus N. oder NNW. wehte. Ebenso beobachtete Blochmann[2]) zu Königsberg im Mittel bei

W. = 2,92 ‰₀ CO_2
SW. = 2,97
SO. = 3,07

d. h. der Kohlensäuregehalt der äusseren Luft war grösser, wenn der Wind von der Landseite kam, als wenn er aus der Richtung wehte, nach welcher das frische Haff und die Ostsee liegen.

Ich kann mich diesen Angaben für Rostock im allgemeinen anschliessen. Denn es stellte sich der CO_2-Gehalt bei

NW.	auf	durchschnittlich	3,49 ‰₀
N.	„	„	3,38
O.	„	„	3,71
SO.	„	„	3,62
SW.	„	„	3,50
W.	„	„	3,58

1) Fr. Schulze, a. a. O.
2) Blochmann, a. a. O. S. 88.

Der N. und NW. sind für Rostock Seewinde, wenn schon dieselben, bevor sie die Stadt erreichen, von der Seeküste noch etwa 12 km über Land streichen. Sie führen ein entschieden geringeres Quantum an Kohlensäure. Dies gilt sehr bestimmt von dem N.; der NW. hat im allgemeinen etwas mehr CO_2, als jener Wind und ab und zu sogar ebenso grosse Mengen CO_2, wie der ONO. im Durchschnitt. So beobachtete ich am 23. Juni 1887 bei NW. = 3,77 ‰o und am 15. desselben Monats sogar 3,98 ‰o bei NW. Das absolute Minimum von 3,10 ‰o CO_2 fand sich bei SSW., das absolute Maximum von 0,04 ‰o bei W. Danach lässt sich nicht sagen, dass die Windrichtung von entscheidendem Einflusse ist. Man darf vielmehr nur behaupten, dass im grossen und ganzen Seewinde eine geringere Menge Kohlensäure führen als Landwinde.

Ganz regelmässig beobachtete ich bei Nebel einen hohen Kohlensäuregehalt. So stellte sich derselbe im Jahre 1887 am

25. Januar	bei klarem Himmel auf . .	3,49 ‰o
26. „	„ trübem „ „ . .	3,51
27. „	„ Nebel auf	3,65
28. „	„ klarem Himmel auf . .	3,48

während an allen vier Tagen der gleiche Wind (W) wehte.

Ferner war der Kohlensäuregehalt im Jahre 1887 am

20. Februar	bei Nebel	3,74 ‰o	(SSW.)
21. „	„ dunstiger Luft . .	3,68	(SSW.)
22. „	„ Nebel	3,70	(NW.)
23. „	„ Regenwetter . . .	3,61	(W.)
24. „	„ „ . . .	3,60	(W.)

sowie im Jahre 1887 am

27. Mai	bei bedecktem Himmel . .	3,66 ‰o	(NO.)
28. „	„ Nebel	3,96	(O.)
29. „	„ „	4,00	(NO.)
30. „	„ klarem Himmel . . .	3,64	(ONO.)
31. „	„ „ „ . . .	3,41	(N.)

Aehnliche Beobachtungen sind auch von anderer Seite gemacht worden. Ich verweise nur auf Blochmann's und Feltz's Angaben und möchte aus ihren, wie aus meinen eigenen Fest-

stellungen den Schluss ziehen, dass der hohe Kohlensäuregehalt bei nebeliger Luft etwas Constantes ist. Ob dies als eine Folge der Verminderung der Luftströmungen, welche bei Nebel statthat, betrachtet werden darf, will ich dahingestellt sein lassen.

Ebenso regelmässig, wie bei Nebel, fand ich hohen Kohlensäuregehalt bei Schneewetter, so am

18. December 1886 = 3,96 ‰o (Windstille),
12. März 1887 = 3,67 (Schneesturm NW.),
22. März 1887 = 3,81 (SO.).

Unmittelbar nach starkem Schneefall aber war er relativ niedrig; so am

19. December 1886 = 3,61 ‰o (W.),
13. März 1887 = 3,61 (NW.),
23. März 1887 = 3,54 (SSW.),
15. April 1887 = 3,35 (NW.), um 6 Uhr abends, nachdem es am ganzen Tage geschneit.

Ebenso stellte der Kohlensäuregehalt sich entschieden niedrig nach anhaltendem Regen; so war er im Jahre 1887 am

26. April = 3,66 ‰o bei bedecktem Himmel (SO.),
27. „ = 3,40 ‰o, nachdem es die Nacht stark geregnet,
29. Mai = 3,58 ‰o bei fast heiterem Himmel,
30. „ = 3,39 ‰o, nachdem es abends sehr anhaltend geregnet hatte,
15. Juli = 3,28 ‰o, nachdem es nachts sehr stark geregnet hatte.

Doch habe ich auch einmal unmittelbar nach einem Landregen die hohe Ziffer = 3,90 ‰o erhalten. Es war dies am 14. Juni 1887.

Aber der 13. Juni zeigte = 4,00 ‰o, und
der 15. Juni = 3,98 ‰o,

so dass am 14. Juni immerhin ein relatives Minus vorhanden war.

Belangreicher als die Feststellung des Kohlensäuregehaltes der atmosphärischen Luft dürfte diejenige des Gehaltes derselben an organischer Substanz und an Keimen sein. Man hat zwar immer den ersteren, ich meine den Gehalt an CO_2, als den Index für die Reinheit oder Unreinheit der Luft angesehen; ich

glaube aber doch, dass ein viel genauerer Index in dem Gehalt an organischer Substanz bzw. an Mikroparasiten zu finden ist.

Zur Untersuchung gelangte wieder die Luft auf dem Hofe der Universität, aber auch diejenige unmittelbar an der Seeküste bei Warnemünde und auf freiem Felde vor Rostock. Leider konnten die Feststellungen aus Mangel an Zeit fortlaufend nicht während des ganzen Jahres ausgeführt werden. Sie erstrecken sich in fortlaufender Reihe nur auf die Zeit vom 4. Mai bis 24. August 1887, werden jedoch fortgesetzt werden, sobald es die Umstände gestatten. Diese Feststellungen vom 5. Mai bis 24. August betreffen übrigens auch lediglich die Luft auf dem Universitätshofe, während diejenige an der See und auf freiem Felde nur gelegentlich geprüft werden konnte.

Das Ergebnis war folgendes: Die Gesammtmenge der in der Aussenluft vorhandenen organischen Substanz schwankte innerhalb ziemlich weiter Grenzen, namentlich in der Luft des Universitätshofes und in derjenigen des freien Feldes, weniger in derjenigen an der Seeküste. Denn es verbrauchten 10 l Luft zur Oxydation der in ihr enthaltenen organischen Substanz an Kalipermanganatlösung[1]):

1) auf dem Universitätshofe 0,15—1,27 ccm (114 Bestimmungen),
2) auf dem freien Felde 0,10—1,02 ccm (21 Bestimmungen),
3) an der Seeküste . . 0,06—0,40 ccm (6 Bestimmungen im Sommer).

Demnach wurden verbraucht an O:

1) von 10 l der Luft des Universitätshofes 0,0105 bis 0,0889 ccm,
2) „ 10 l „ „ „ freien Feldes . 0,0070 „ 0,0714 ccm,
3) „ 10 l „ „ „ der Seeküste . 0,0042 „ 0,0280 ccm,

oder auf 1 Million Volumtheile:

		Vol.-Theile
1) der Luft des Universitätshofes	=	1,05 bis 9,0
2) „ „ „ freien Feldes	=	0,70 „ 7,14
3) „ „ „ der Seeküste	=	0,42 „ 2,80.

1) Von 0,395 : 1000,0.

Im Durchschnitt wurden verbraucht an O auf 1 Million Vol.-Theile:

	Vol.-Theile
1) von der org. Substanz der Luft des Universitätshofes	= 3,70
2) „ „ „ „ „ „ „ freien Feldes	= 2,71
3) „ „ „ „ „ „ der Seeküste	= 0,80.

Es ist demnach thatsächlich die Luft hart am Strande der See ungleich ärmer an organischer Substanz als die Luft im Binnenlande. Dabei muss noch besonders ins Auge gefasst werden, dass der Ort des Binnenlandes, welcher die Stätte der Untersuchung war, der See relativ nahe (bis auf ca. 12 km in der geraden Linie) liegt, deshalb aller Wahrscheinlichkeit nach günstigere Verhältnisse bezüglich der Luftreinheit darbietet, als die Orte des von der Küste weiter entfernten Landes.

Carnelley und Mackie[1]) beobachteten noch etwas grössere Schwankungen, und constatirten auch im allgemeinen einen höheren Gehalt der Luft an organischer Materie, als ich gefunden habe. Denn sie verzeichnen in ihren Tabellen auf 1 Million Vol. Theile Aussenluft einen Verbrauch an O von 1,6 bis 15,8 Vol.-Theilen, im Durchschnitt von 7,9 Vol.-Theilen. Aber es ist darauf aufmerksam zu machen, dass ihre Methode mehrere Fehlerquellen hat. Dieselben liegen darin, dass zu geringe Quanta Luft verwandt wurden, und dass die Bestimmung der Menge des verbrauchten Kalipermanganats durch blosse Abschätzung der Farbennuance nach zehnminutenlangem Stehenlassen geschah.

Die ebengenannten Autoren gaben sehr bestimmt an, dass ein hoher Gehalt an organischer Substanz zusammentrifft mit hohem Gehalt an Kohlensäure und ein niedriger Gehalt an ersterer mit einem niedrigen an letzterer. Ich kann die Regelmässigkeit eines solchen gegenseitigen Verhältnisses nicht zugeben, da ich gar nicht selten einen ganz niedrigen Gehalt der Luft an organischer Substanz mit einem relativ hohen Kohlensäuregehalt habe zusammentreffen sehen.

1) Carnelley and Mackie, Proc. of the royal. soc. of London 1886 vol. 41 p. 239.

So beobachtete ich, um nur einige Belege zu geben, am 4. Mai 1887 in der Luft des Universitätshofes = 3,96 ‰o CO_2, aber organische Substanz unter dem Durchschnitt, nämlich nur soviel, dass auf 10 l Luft = 0,44 ccm der Kalipermanganatlösung, d. h. auf 1 Million Vol.-Theile 3,08 Vol.-Theile O verbraucht wurden. Am 5. Mai 1887 waren die Verhältnisse fast dieselben; bei einem Kohlensäuregehalt von 3,92 ‰o verbrauchte ich auf 10 l Luft 0,52 ccm Kalipermanganatlösung, d. h. auf 1 Million Vol.-Theile 3,64 Vol.-Theile O.

Ebenso fand ich am 14. Juni bei 3,90 CO_2 auf 10 l Luft einen Verbrauch von = 0,32 ccm Kalipermanganatlösung, am 23. Juni bei 3,77 ‰o CO_2 auf 10 l einen Verbrauch von = 0,35 ccm Kalipermanganatlösung.

Häufig traf allerdings ein, was Carnelley und Mackie beobachteten. So war in der Luft des Universitätshofes im Jahre 1887 am

	der CO_2-Gehalt =	der Verbrauch an Kalipermanganatlösung auf 10 l Luft =
15. Juli . . .	3,28 ‰o	0,30 ccm
16. „ . . .	3,24	0,45
17. „ . . .	3,41	0,35
18. „ . . .	3,50	0,63
19. „ . . .	3,64	0,92
20. „ . . .	3,73	0,78
21. „ . . .	3,70	0,76
22. „ . . .	3,61	0,68
23. „ . . .	3,72	0,92

Aber, wie gesagt, für Rostock konnte dies Zusammentreffen keineswegs als ein constantes erwiesen werden. Auch bei einem Vergleiche der Ziffern, welche bei Prüfung der freien Feldluft gefunden wurden, liess sich die Regelmässigkeit des Zusammentreffens vermissen. So war im Jahre 1887 am

	der CO_2-Gehalt im Freien	der Verbrauch an Kalipermanganatlösung auf 10 l Luft =
1. Juli . . .	3,20 ‰o	1,02 ccm
2. „ . . .	3,18	0,96

	der CO_2-Gehalt im Freien	der Verbrauch an Kalipermanganatlösung auf 10 l Luft =
4. Juli . . .	3,06 ‰o	0,92 ccm
6. „ . . .	3,16	0,15
8. August . .	2,98	0,79

Man darf demnach aussprechen, dass der Kohlensäuregehalt der Aussenluft keinen sicheren Werthmesser für die Reinheit oder Unreinheit derselben abgibt. Weitere Beobachtungen (siehe unten) werden dies auch für die Luft von Souterrains bestätigen.

Entschiedenen Einfluss auf den Gehált der atmosphärischen Luft an organischer Materie übt Regen und Wind aus. Starker Regen, namentlich aus Gewitterschauern, noch mehr aber ein anhaltender Landregen säubern die Luft von jener Materie in ganz ausserordentlich hohem Grade. Ich werde dies durch einige Ziffern beweisen. Es erforderten 10 l Luft an Kalipermanganatlösung im Jahre 1887 am

	ccm	
13. Juni	0,60	(bewölkt W.)
14. „	0,32	(nach Landregen NW.)
15. „	0,56	(klar NW.)
21. „	0,56	(etwas bewölkt N.)
21. „ abends .	0,25	(vorm., mittags u. nachm. Regenschauer)
22. „	0,20	(NNO. nachts vorher mehrfache Regenschauer)
27. „	0,54	(NNW. heiter)
28. „	0,32	(W. seit früh 7 Uhr Landregen)
5. Juli	1,27	(SSW. bewölkt)
5. „ abends .	0,21	(W. dann NW., anhaltender Regen am Nachmittag)
6. „	0,15	(WNW., Bestimmung gleich nach zwei starken Regenschauern)
14. „	1,00	(S. fast heiter)
15. „	0,30	(NW., nachts vorher ein zwei Stunden anhaltender Gewitterregen)

	ccm	
16. Juli	0,45	(NW. trübe)
16. „ abends .	0,16	(NNW., seit 10 Uhr langsam zunehmender Gewitterregen)
29. „	0,69	(S., sonnig, windig)
30. „	0,67	(S., trübe, feiner Regen)
31. „	0,50	(S., heiter, windstill)
1. August . . .	0,15	(NW., abends vorher ein fast drei Stunden anhaltender Gewitterregen).

Nicht ein einziges Mal habe ich nach stärkerem oder anhaltendem Regen eine Zunahme, vielmehr jedesmal eine sehr entschiedene Abnahme der organischen Materie in der Luft constatirt. Es ist dies ja sehr leicht erklärlich, da der Regen erhebliche Mengen Staub mit sich führt. Eine vollständige Elimination aller organischen Materie liess sich aber auch nach anhaltendem Landregen nicht nachweisen, selbst dann nicht, wenn die Luft unmittelbar nach demselben untersucht wurde. Es wird weiter unten gezeigt werden, dass ein solcher Regen auch keineswegs alle Keime aus der Luft eliminirt.

War der Regen unbedeutend, so dass er nur die oberflächlichste Schicht des Erdbodens eben anfeuchtete, und trat hinterher Wärme nebst etwas Luftbewegung ein, so konnte ich zu verschiedenen Malen sehr bestimmt eine Zunahme der organischen Substanz in der Luft feststellen. So wurde am 23. Juni 1887 auf 10 l Luft verbraucht = 0,45 ccm Kalipermanganatlösung, am 24. Juni = 0,56 ccm. Nun war am Abend des 23. etwas Regen gefallen, der eben die Oberfläche anfeuchtete, am andern Morgen aber die Luft sehr schwül und ziemlich bewegt. Aehnliches beobachtete ich am 8. August 1887. Tags zuvor verbrauchte ich auf 10 l Luft = 0,60 ccm Kalipermanganatlösung, am 8. dagegen = 0,79 ccm. Am Abend des 7. war etwas warmer Regen gefallen, am Morgen des 8. die Luft dunstig und ziemlich stark bewegt, die Oberfläche des Erdbodens bereits wieder völlig trocken.

Bei Windstille habe ich fast jedesmal einen höheren Gehalt an organischer Substanz, als bei

bewegter Luft gefunden. Wie auch an anderer Stelle dieser Abhandlung betont ist, haben wir hier in Rostock aber nur selten völlige Windstille. Deshalb ist die Zahl der Beobachtungen nur eine sparsame. Es wurden verbraucht auf 10 l Luft des Universitätshofes an Kalipermanganatlösung im Jahre 1887 am

	ccm	
1. April . . .	0,87	(SO., Windstille, heiter)
9. Mai . . .	0,74	(S., Windstille, trübe)
17. „ . . .	0,79	(SSO., Windstille, trübe)
6. August . .	0,41	(NW., heiter)
7. „ . .	0,60	(SO., Cirrhusgewölk)
23. „ . .	0,68	(W., Windstille, heiter).

Es war demnach in fünf von sechs Beobachtungen an windstillen Tagen der Gehalt an oxydablen Substanzen höher als im Mittel. Allerdings muss dabei auch an den Umstand erinnert werden, dass an vier Beobachtungstagen die Windrichtung, wenn man von einer solchen reden kann, eine südöstliche war, oder unmittelbar vor Eintritt der Windstille gewesen war. Welche Bedeutung dies hat, soll gleich weiter besprochen werden.

Aber auch bei sehr starkem Winde habe ich verschiedentlich einen hohen Gehalt an organischer Materie feststellen können. Nur war dies relativ weniger constant, als bei Windstille.

Es wurden auf 10 l Luft des Universitätshofes an Kalipermanganatlösung verbraucht im Jahre 1887 am:

	ccm	
3. April	0,50	(NW., stürmisch)
11. Mai	0,60	(NW., stark windig)
26. „	0,77	(NO., sehr windig)
2. Juni	0,76	(O., sehr windig)
3. „	0,82	(O., sehr windig)
10. „	0,76	(W., stürmisch)
11. „	0,51	(N., stürmisch)
21. „	0,55	(N., stark windig)
7. August . . .	0,60	(SO., windstill)
8. „ . . .	0,79	(W., sehr windig, trübe)

	ccm
9. August abends .	0,52 (W., stürmisch)
10. „ . . .	0,42 (W., stürmisch)
11. „ . . .	0,70 (W., stürmisch).

Was den Einfluss der Windrichtung auf den Gehalt der Luft an oxydabler organischer Substanz anbetrifft, so ergab sich, dass bei Seewinden eine geringere Menge derselben nachzuweisen war, als bei Landwinden. In dieser Beziehung bestand demnach eine Uebereinstimmung zwischen dem Gehalte an Kohlensäure und an organischer Substanz.

Am schärfsten zeigte sich der Einfluss der Windrichtung unmittelbar an der Seeküste. So wurden verbraucht auf 10 l Luft hart am Strande zu Warnemünde weit westwärts von dem Orte selbst an Kalipermanganatlösung im Jahre 1887 am

			ccm
19. Juni	bei	NW.	= 0,21
26. „	„	N.	= 0,18
9. Juli	„	SSO.	= 0,40
7. August	„	SO.	= 0,40
26. „	„	OSO.	= 0,35.

Aber auch noch in Rostock selbst war der Einfluss der Windrichtung unverkennbar. Es wurden nämlich verbraucht auf 10 l Luft des Universitätshofes an Kalipermanganatlösung im Jahre 1887 am

			ccm
1. Juni	bei	W.	= 1,02
2. „	„	O.	= 0,76
3. „	„	O.	= 0,82
4. „	„	O.	= 0,92
5. „	„	O.	= 1,10
6. „	„	ONO.	= 1,00
7. „	„	N.	= 0,45
8. „	„	W.	= 0,80
9. „	„	W.	= 0,75
10. „	„	W.	= 0,76
11. „	„	N.	= 0,51

			ccm
12. Juni	bei	N.	= 0,44
13. „	„	W.	= 0,60
14. „	„	NW.	= 0,32
15. „	„	WNW.	= 0,68.

Diese Zusammenstellung bedarf kaum noch eines Commentars. Sie lehrt, dass durchweg der N.-Wind mit einem geringeren Gehalt an organischer Substanz, der W., ONO., O. und SO. mit einem grösseren Gehalt an derselben auftraten.

Lege ich die bisherigen Untersuchungsergebnisse zu Grunde, so wird zu Rostock — d. h. innerhalb der Stadt selbst — auf 10 l Luft verbraucht im Mittel an Kalipermanganatlösung bei

	ccm
N.	= 0,40
NO.	= 0,51
O.	= 0,72
SO.	= 0,82
S.	= 0,90
SW.	= 0,79
W.	= 0,60
NW.	= 0,46
NNW.	= 0,41.

Diese Ziffern geben aber vielleicht kein völlig richtiges Bild, da die Untersuchungen sich bislang in der Hauptsache bloss auf die Monate Mai, Juni, Juli und August erstreckten.

Bewölkung oder Nichtbewölkung des Himmels üben, wie es scheint, keinen Einfluss auf den Gehalt der Luft an organischer Substanz aus. Ich habe wenigstens bei heiterem Himmel sehr niedrige und sehr hohe Ziffern, bei bewölktem ebenfalls niedrige und hohe erhalten, je nach der Windrichtung und danach, ob vorher starke Niederschläge erfolgt waren oder nicht. Regelmässig aber wurde ein hoher Gehalt an organischer Substanz constatirt, wenn am Horizont bläulicher, oder bläulichgrauer Dunst sich wahrnehmen liess, ein niedriger Gehalt dagegen, wenn die Luft auf weithin durchsichtig erschien. So verbrauchte ich

auf 10 l Luft im Freien vor der Stadt an Kalipermanganatlösung im Jahre 1887 am

	ccm	
7. Juli	0,30	(NW., heiter und bewölkt abwechselnd, sehr durchsichtig),
8. „	0,43	(W., bewölkt, durchsichtig),
9. „	0,99	(SSO., heiter, heiss, staubig, am Horizont stark bläulicher Dunst),
19. „	0,92	(W., bewölkt, staubig, am Horizont bläulich-grauer Dunst),
20. „	0,78	(W., bewölkt, ziemlich windig, am Horizont bläulicher Dunst),
5. August . .	0,76	(NNW. und N.),
8. „ . .	0,79	(W., bewölkt, niedrig, am Horizont Dunst),
9. „ morgens	0,80	(W., bewölkt, dunstig),
10. „ . . .	0,42	(W., bewölkt, am Horizont kein Dunst, mehrfache Regenschauer am 9. u. 10.).

Den vornehmsten Bestandtheil der oxydablen Materie in der Luft bildete der organische Staub, der im Durchschnitt etwa fünfmal bis sechsmal mehr Kalipermanganatlösung zur Oxydation in Anspruch nahm, als die gasigen Substanzen. So wurde auf 10 l Luft des Universitätshofes an Kalipermanganatlösung verbraucht im Jahre 1887 am

	zur Oxydation der gas. Substanzen	des Staubes
15. Juni	0,12 ccm	0,56 ccm
16. „	0,14	0,74
17. „	0,12	0,72
18. „	0,15	0,87
19. „	0,16	1,00
19. „ abends	0,15	1,01
20. „	0,07	0,31
21. „ abends nach Regenschauern	0,00	0,25
22. „	0,00	0,20
23. „	0,10	0,35
24. „	0,05	0,50
25. „	0,10	0,40
Durchschnitt	0,10 ccm	0,57 ccm.

Die Menge der Mikroparasiten in der Aussenluft erwies sich als eine sehr wechselnde. Sie betrug in den Monaten Mai, Juni, Juli und August 1877 durchschnittlich in der Luft des

1. Universitätshofes	= 9 in 20 l oder 450 in 1 cbm	bestimmt in ½ m
2. freien Feldes	= 5 in 20 l oder 250 in 1 cbm	Höhe über dem
3. Seestrandes	= 2 in 20 l oder 100 in 1 cbm	Erdboden.

Die Schwankungen in dem Mikrobengehalte waren folgende:

1. in der Luft des Universitätshofes 150 bis 1300 in 1 cbm,
2. „ „ „ „ freien Feldes . 150 bis 750 in 1 cbm,
3. „ „ „ „ Seestrandes . . 50 bis 300 in 1 cbm.

Petri[1]) fand in der Luft des Hofes beim hygienischen Institute zu Berlin in 1 cbm

0 bis 1071 Bacterienkeime, und
215 bis 810 Sporen von Schimmelpilzen,

in der Luft oberhalb des Daches

330 bis 510 Bacterienkeime, sowie
1190 bis 1240 Sporen von Schimmelpilzen.

Frankland und Hart[2]) beobachteten in der Luft über dem Dache der Science Schools zu South-Kensington durchschnittlich 45 Keime in 10 l, also 4500 in 1 cbm, während im Hyde-Park zu London 3700 bis 7800 in 1 cbm, während im Park von Montsouris bei Paris durchschnittlich nur 80 in 1 cbm, in der Rue de Rivoli zu Paris 920 in 1 cbm constatirt wurden. Die Angaben über die Zahl wechseln demgemäss ausserordentlich, wie dies ja auch bei der Verschiedenheit des Ortes der Untersuchung und der Prüfungsmethoden sehr erklärlich ist.

Aus einem Vergleiche der früher über den Gehalt an organischer Substanz mitgetheilten Ziffern und der nachstehenden Daten über den Gehalt an Mikroparasiten ergibt sich, dass der letztere zu dem ersteren in einem gewissen Verhältnis steht.

---

1) Petri, Zeitschrift für Hygiene 1887 Bd. 3 S. 1.

2) Frankland and Hart, Proc. of the royal society of London. Vol 42 tom. 267.

Es kamen auf 20 l Luft des Universitätshofes im Jahre 1887 am

				verbr. Kalipermanganatlösung
15. Juni	7	Keime	und	1,36 ccm
16. „	10	„	„	1,76
17. „	6	„	„	1,68
18. „	17	„	„	2,06
19. „	13	„	„	2,32
20. „ (abends)	5	„	„	0,76
21. „	3	„	„	0,50
22. „	3	„	„	0,40
23. „	8	„	„	0,90
24. „	5	„	„	1,10
25. „	7	„	„	1,00
1. August	3	„	„	0,30
2. „	7	„	„	0,56
3. „	5	„	„	0,52
4. „	9	„	„	0,92
5. „	13	„	„	1,52
6. „	7	„	„	0,82
7. „	23	„	„	1,20
8. „	16	„	„	1,58
9. „ (abends)	6	„	„	1,04
10. „	5	„	„	0,84
11. „	6	„	„	1,40
12. „	7	„	„	0,82

Ferner kamen auf 20 l Seestrandluft im Jahre 1887 am

19. Juni	an Kalipermanganatlösung	0,42 ccm	und 2	Keime
26. „	„ „	0,36	„ 1	„
9. Juli	„ „	0,80	„ 6	„
7. Aug.	„ „	0,80	„ 5	„

Im allgemeinen fand sich danach ein reicher Gehalt an Mikroben bei hohem Gehalte an organischer Substanz, ein niedriger Gehalt an Mikroben bei geringem Gehalt an organischer Substanz.

Wir sehen auch dieselben Factoren den Gehalt der Luft an Mikroben, wie denjenigen an organischer Substanz beeinflussen, nämlich Wind und Regen.

Die meisten Keime fanden sich bei Land- die wenigsten bei Seewinden. So beobachtete ich auf freiem Felde in 20 l Luft im Jahre 1887 am

4. Juli	11 Keime	bei SO.
7. „	4 „	„ NW.
8. „	6 „	„ W.
9. „	12 „	„ SSO.
19. „	10 „	„ W.
20. „	13 „	„ W.
5. August	3 „	„ NNW u. N.
8. „	7 „	„ W.
9. „	11 „	„ W.
10. „	5 „	„ W.

und ferner an der See im Jahre 1887 am

19. Juni	2 Keime	bei NNW.
26. „	1 „	„ N.
9. Juli	6 „	„ OSO.
7. August	5 „	„ SO.

Unter den einzelnen Winden zeichneten sich aus durch hohen Keimgehalt der O., OSO., SO. und SSO. aber zeitweise auch der W., durch niedrigen Keimgehalt der N., der NNO., und zumeist auch der NW., d. h. die über das Land wehenden und dabei trocknenden Winde führten wenigstens in den Monaten Mai, Juni, Juli und August grössere Mengen Mikroorganismen, die über die See wehenden N., NW., NNO. führten geringere Mengen. Sehr grosse Verschiedenheiten bot der Keimgehalt des W. dar; ich fand in 20 l Luft des freien Feldes 5 Keime (10. August 1887) und 13 Keime (20. Juli 1887). Es hängt dies wahrscheinlich damit zusammen, dass der W. oft Niederschläge bringt, oft nicht, während der O. und SO. hier fast ausnahmslos trockene Winde sind. Die wesentlichen Factoren für den Keimgehalt der unteren Schichten der Atmosphäre scheinen der Feuchtigkeitszustand der

oberen Bodenschicht, die Stärke des Windes und der Feuchtigkeitszustand der Atmosphäre zu sein. Bestand längere Trockenheit, so dass der Boden der Feuchtigkeit an seiner Oberfläche entbehrte, traten dann ziemlich kräftig wehende, trocknende Winde auf, so stieg der Keimgehalt der Luft und fiel rasch, sobald starker Regen eingetreten war.

Völlige Windstille habe ich in Rostock während der Zeit vom Mai bis September u. a. am 6. und 7. August 1887 beobachtet und am erstbezeichneten Tage 23, am folgenden 16 Keime auf 20 l der Luft des Universitätshofes constatirt, wage aber nicht, aus diesen beiden Beobachtungen zu schliessen, dass regelmässig bei Windstille eine grössere Zahl von Keimen in der Luft zu finden ist.

Bei Nebel habe ich im Ganzen nur viermal die Zahl der Mikroorganismen bestimmen können, nämlich im Jahre 1887 am

4. Mai bei O.,
28. „ „ O.,
29. „ „ N. und NO.,
30. Juli, an welchem Tage früh morgens gegen 8¾ Uhr freilich kein eigentlicher Nebel, sondern ein feiner, dunstiger Niederschlag sich einstellte, der später in einen Landregen überging. Wind S.

Die Zahl der Mikroorganismen war an allen diesen Tagen verhältnismässig sehr gross. Denn sie betrug in 20 l der Luft des Universitätshofes am

4. Mai = 17 Keime
28. „ = 20 „
29. „ = 12 „
30. Juli = 18 „

An allen vier Tagen wurde somit der Durchschnitt weit überschritten, ja am 28. Mai wurde die nächst höchste Ziffer constatirt und am 29. Mai bei N. eine Ziffer erreicht, welche bei dieser Windrichtung sonst nicht beobachtet worden war. Es scheint danach, als wenn thatsächlich die Condensirung von Wasserdampf in den unteren Schichten der Atmosphäre mit einer Zunahme der Zahl der Keime einhergeht. Allerdings würden

zur Beweisführung jene vier Beobachtungen für sich nicht genügen.

Was die Art der Mikroorganismen anbelangt, welche in der äusseren Luft nachgewiesen wurden, so waren es der Mehrzahl nach, etwa zu 2/3, Spaltpilze und zwar sowohl Coccen als Bacterien, zu 1/3 Schimmel- und Sprosspilze. Unter den Spaltpilzen waren die häufigeren

Bacillus subtilis,
Bacillus butyricus,
Bacillus luteus,
Bacillus mycoïdes,
Micrococcus aurantiacus, Microc. candicans.
Proteus vulgaris;

seltener

Staphylococcus albus und aureus,
Bacillus prodigiosus,
Bacillus erythrosporus,
Bacillus mes. fuscus,
Sarcina aurantiaca.

Recht selten waren Spaltpilze, welche die Gelatine verflüssigten. Solche von nachgewiesen für den Menschen pathogenem Charakter habe ich nicht wahrgenommen, obschon die grösste Sorgfalt angewendet wurde, um die Natur der aufgefangenen Keime festzustellen und mehr als 1000 Colonien untersucht worden sind.

Unter den Schimmelpilzen zeigten sich bei weitem am häufigsten die Mucorineen (Mucor Mucedo und M. rhizopodiformis) und die ächten Aspergillen, unter den Sprosspilzen Saccharomyces cerevisiae und Saccharomyces glutinis, die Rosahefe. Sowohl Spross- als Schimmelpilze traten nach Niederschlägen in grösserer Zahl auf, als bei andauernder Trockenheit.

Der Ammoniakgehalt der atmosphärischen Luft.

Den Ammoniakgehalt der Luft auf dem Universitätshofe (1/2 m über dem Erdboden) habe ich bestimmt im ganzen Monat April 1887, ferner in der letzten Hälfte des Monats Juli 1887

und in der ersten Hälfte des Monats August 1887, an in Summa = 56 Tagen. Als Mittel aus diesen Feststellungen fand ich einen Gehalt von

0,025 mg pro 1 cbm. Derselbe schwankte
von 0,000 mg „
bis 0,120 mg „

Diese Werthe sind im allgemeinen als nicht hohe zu bezeichnen. Fresenius[1]) ermittelte aus einer längeren Reihe von Bestimmungen, dass die Aussenluft zu Wiesbaden

im Mittel = 0,126 mg
bei Nacht = 0,218

pro 1 cbm enthielt. Levy[2]) fand für Montsouris bei Paris einen mittleren Gehalt von . . . . 0,022 mg
Ville[3]) für dieselbe Stadt von . 0,032
v. Fodor[4]) für Ofen-Pest von . 0,461
Gräger[5]) für Mühlhausen von . 0,425
Brown[6]) für Burton von . . . 2,780

Fast alle Autoren haben demnach höhere Werthe für Ammoniak gefunden. Es mag dies damit zusammenhängen, dass Rostock, wie schon vorhin erwähnt, im allgemeinen sanitär günstige Verhältnisse darbietet, viele Vegetation innerhalb der Stadt hat, nur noch sehr wenige Abortgruben und kaum irgendwelche grössere Depots von Abfallstoffen besitzt, dass es auch durch die fast permanenten Winde recht gut ventilirt ist.

Um dem Leser einen Ueberblick über die Schwankungen im Ammoniakgehalte zu geben, theile ich die nachstehende Zusammenstellung über die letzte Hälfte des Juli und die erste Hälfte des August 1887 mit.

---

1) Fresenius, Journal f. prakt. Chemie Bd. 46 S. 100.
2) Lévy, Annuaire de l'observ. de Montsouris pro 1882 p. 381.
3) Ville, Ebenda pro 1879 S. 316.
4) v. Fodor, Untersuchungen über Luft, Boden, Wasser. 1881.
5) Gräger, Jahresber. d. Chemie pro 1849.
6) Brown, Pr. of the roy. soc. of London vol. 18 t. 286.

Es fand sich pro 1 cbm am

16. Juli = 0,000 mg NW., nachts vorher langer Gewitterregen,
17. „ = 0,006 W., trübe, später sonnig, ziemlich windig,
18. „ = 0,020 SW., heiter und bewölkt abwechselnd, windig,
19. „ = 0,012 W., trübe, windig,
20. „ = 0,016 W., trübe, windig,
21. „ = 0,006 NW., trübe, ziemlich stark windig,
22. „ = 0,004 NNW., zuerst trübe, dann heiter, windig,
23. „ = 0,025 OSO, Cirrhusgewölk, windstill,
24. „ =
25. „ =
26. „ = } fiel aus infolge meiner Erkrankung,
27. „ =
28. „ =
29. „ = 0,023 mg S., sonnig, fast windstill,
30. „ = 0,003 S., dunstig, dann Landregen; Bestimmung nach dem Regen!
31. „ = 0,014 S., heiter, wenig windig; nachmittags 2 Uhr Gewitter,
1. Aug. = 0,000 NW., bewölkt; abends vorher sehr starkes Gewitter mit vielem Regen,
2. „ = 0,008 WNW., heiter mit bewölkt abwechselnd, ziemlich windig,
3. „ = 0,010 NW., bewölkt, windig,
4. „ = 0,006 N., fast klar, windig,
5. „ = 0,005 N., heiter, etwas windig,
6. „ = 0,008 NW., heiter, fast windstill,
7. „ = 0,080 SO., bewölkt, windstill,
8. „ = 0,043 SW., trübe, windig, abends starker Regen,
9. „ = 0,008 W., trübe, stürmisch,
10. „ = 0,012 W., trübe, stürmisch,
11. „ = 0,010 W., trübe, sehr windig,
12. „ = 0,010 W., trübe, einzelne Regenschauer,
13. „ = 0,008 W., trübe, windig, einzelne Regenschauer,
14. „ = 0,014 W., heiter mit bewölkt abwechselnd,
15. „ = 0,016 W., desgl.

Der geringste Ammoniakgehalt zeigte sich bei N. und besonders unmittelbar nach starkem Regen, wo er ab und zu auf Null hinabging, der stärkste Ammoniakgehalt bei S., SW. und SO., sowie bei Windstille. Nachts habe ich ihn nicht bestimmen können. Nach den Angaben von Fodor und Fresenius soll er zu dieser Zeit höher als am Tage sein. Der erstgenannte jener Autoren ermittelte ausserdem, dass das Ammoniak im Winter am sparsamsten, im Herbste am stärksten sich findet. Auch hierüber vermag ich Bestätigendes zur Zeit noch nicht mitzutheilen.

Der Feuchtigkeitsgehalt der atmosphärischen Luft zu Rostock.

Die Bestimmungen des Feuchtigkeitsgehaltes der Aussenluft sind in fortlaufender Reihe täglich morgens zwischen 9 und 11 Uhr auf dem Universitätshofe zwischen dem hygienischen und physikalischen Institute gemacht worden. Das Ergebnis war folgendes:

	absolute Feuchtigkeit	relative Feuchtigkeit	Sättigungs-deficit
im October 1886	6,9 g	81 %	1,310 g
„ November	7,0	90	0,700
„ December	5,0	91	0,450
„ Januar 1887	3,8	89	0,420
„ Februar	3,6	86	0,510
„ März	4,0	81	0,760
„ April	5,9	70	2,500
„ Mai	7,5	61	4,700
„ Juni	9,0	65	4,700
„ Juli	11,3	69	4,900
„ August	9,6	63	5,700
„ September (3 Tage) .	10,1	57	7,600

Die Schwankungen des für uns hauptsächlich in Betracht kommenden Sättigungsdeficits erstreckten sich von 0,000 g bis 12,000 g; der Durchschnitt war 2,180 g, entsprach demnach ungefähr demjenigen Feuchtigkeitszustande, wie er in den Monaten April und Mai 1887 herrschte. Das verflossene Jahr 1886/87 kann

freilich für unsere Stadt als ein Durchschnittsjahr bezüglich des Feuchtigkeitsgehaltes der Atmosphäre nicht wohl betrachtet werden. Denn im November 1886 war derselbe ungewöhnlich hoch entsprechend dem Prävaliren auffallend warmer, äquatorialer Luftströmung, und ebenso dürfte der Feuchtigkeitsgehalt im Monat Juli 1887 denjenigen des gleichen Monats anderer Jahre übertroffen haben, während der des Monat August 1887 wohl etwas hinter dem Mittel zurückgeblieben ist.

Auf mein eigenes subjectives Wohlbefinden übte der höchste Feuchtigkeitsgehalt von 0,000 g Sättigungsdeficit nur in der heissen und kalten Jahreszeit, nicht bei mässig hoher Temperatur, einen ungünstigen Einfluss. Am unangenehmsten war mir stets der kalte Nebel. Der niedrige Feuchtigkeitsgehalt mit einem Sättigungsdeficit von 10,000 bis 12,000 g wurde nur im Juni und Juli an heissen Tagen bei O. beobachtet. Er war mir keineswegs sehr lästig, jedenfalls ungleich weniger lästig, als die schwüle, d. h. heisse und feuchte Luft.

Ich glaube übrigens, dass unser Gefühl in Beziehung auf den Feuchtigkeitsgehalt der Luft sehr von der Individualität beeinflusst wird. Es gibt Personen, welche ungemein leicht durch nur einigermaassen schwüle Luft belästigt werden, und andere, welche eine unangenehme Trockenheit der Luft schon dann empfinden, wenn die Meisten sich in derselben noch ganz behaglich fühlen. Ich betone deshalb ausdrücklich, dass jene Angaben sich lediglich auf mich selbst beziehen.

Ich habe den Feuchtigkeitsgehalt der Luft in dem bezeichneten Zeitraum mit der Frequenz der Infectionskrankheiten zu Rostock, wie sie in den Tabellen des hiesigen Aerztevereins angegeben ist, speciell mit der Frequenz der Diphtheritis und Pneumonie verglichen, aber keine bestimmt hervortretenden Beziehungen entdecken können. Es wurden behandelt im

			Fälle von Diphtheritis	Fälle von Pneumonie
October 1886	(Sättigungsdeficit	1,310)	= 17	26
November	„	0,700	= 27	28
December	„	0,450	= 21	17

			Fälle von Diphtheritis	Fälle von Pneumonie
Januar 1887	(Sättigungsdeficit	0,120)	= 19	20
Februar	„	0,510	= 25	53
März	„	0,760	= 22	57
April	„	2,500	= 25	38
Mai	„	4,700	= 19	43
Juni	„	4,700	= 17	25
Juli	„	4,900	= 28	24
August	„	5,700	= 24	19
September	„	7,600	= 27	16

Es kamen danach die Minima von Pneumonie bei höchstem und bei niedrigstem Sättigungsdeficit, die Minima von Diphtheritis sowohl bei niedrigem, als bei einem das Mittel erheblich übersteigenden Sättigungsdeficit vor. Auch die Maxima waren von der Verdunstungsfähigkeit unabhängig; allenfalls könnte man sagen, dass dasjenige der Pneumonie mit niedrigem Sättigungsdeficit zusammenzutreffen schien. Zu Abgabe eines bestimmten Urtheils genügen aber jene Tabellen des Aerztevereins nicht, da sie nicht für die einzelnen Wochen, sondern nur für die einzelnen Monate aufgestellt sind, die notirten Fälle also immerhin in einem trockeneren oder feuchteren Abschnitt des Monats sich entwickelt haben können.

Die Luft im Keller des bisherigen hygienischen Instituts zu Rostock.

Die Luft im Erdkeller des bisherigen hygienischen Instituts ist vom 15. October 1886 bis Ende August 1887 mit nur einigen ganz kurzen Unterbrechungen täglich einmal und zwar morgens von 9 bis 11 Uhr auf Kohlensäure und Feuchtigkeit, ausserdem in der Regel wöchentlich einmal auf organische Substanz und Keime untersucht worden. Das Ergebnis ist, wie ich glaube, nicht ganz ohne Interesse, weil es über die Beschaffenheit der Luft eines Kellerraumes berichtet, welcher direct mit der Bodenluft communicirte.

Dieser Raum liegt unter dem Flur des Gebäudes und wird hier nach oben durch eine Klappthür abgeschlossen, die aber

mehrere kleine Oeffnungen besitzt. Oeffnet man dieselbe, so erblickt man die Holztreppe, welche in den Keller führt. Letzterer ist etwa 2 m hoch, 4 m lang, 2 m breit, hat also ca. 16 cbm Luftraum. Die Aussenwände und die Decken sind gemauert und mit Mörtel überkleidet, der Fussboden aber besteht aus Rothziegelsteinen, die ganz lose an einander liegen, vielfach erhebliche Zwischenräume zwischen sich frei lassen, hier und da sogar selbst in Fragmente zerfallen sind. Nach aussen — und zwar nach Westen — communicirt der Keller mit der freien Luft durch eine Holzklappe, welche zum Zwecke der Untersuchungen so fest geschlossen gehalten wurde, wie es möglich war, aber doch den Zutritt resp. Austritt von Luft ebenso wenig, wie jene vorhin erwähnte Klappthür, ganz verhinderte. Der Untersuchende stieg nach Oeffnung der letzteren rasch hinab, füllte die Flasche mit Luft, las die Temperaturen des feuchten und trockenen Thermometers ab, entfernte sich wieder, schloss die Thüre und holte nach 15 Minuten die im Keller auf den Kopf gestellte Flasche nach oben. So wurde die Thüre in der Regel täglich nur zweimal auf sehr kurze Zeit geöffnet.

Sehr bemerkenswerth waren nun die Ergebnisse bezüglich der Temperatur der Feuchtigkeit und des Kohlensäuregehaltes. Was die erstere betrifft, so schwankte sie innerhalb relativ sehr mässiger Grenzen, nämlich von + 2,4° C. bis + 13,5° C. Die niedrigste Temperatur beobachtete ich am 19. Januar, die höchste am 11. bis 15. August 1887. Im Mittleren betrug die Temperatur im

October 1886	= + 9,6° C.
November	= + 8,5
December	= + 5
Januar 1887	= + 3
Februar	= + 4,2
März	= + 4
April	= + 5,3
Mai	= + 8,0
Juni	= + 9,9
Juli	= + 12,0
August	= + 13,1
September	= + 13,0° C. (nur wenige Tage).

Die Schwankungen von einem Tage zum andern waren ungemein gering und betrugen meistens nur 0,1 oder 0,2 °, selten 0,3 oder 0,4 ° C. Um dies zu zeigen, gebe ich in Folgendem die Ziffern für den Monat Januar 1887, die erste Hälfte des April und des Juli desselben Jahres mit gleichzeitiger Notiz bezüglich der äusseren Temperatur, die im Schatten an der Nordseite des derzeitigen hygienischen Institutes morgens 9½ bis 10 Uhr bestimmt wurde.

	Keller	Aussenluft
1. Januar	+ 5,2	0,0
2. „	5,2	0,0
3. „	5,0	÷ 5,0
4. „	4,9	÷ 1,5
5. „	4,7	÷ 1,8
6. „	4,5	÷ 3,0
7. „	4,4	÷ 2,4
8. „	4,1	÷ 8,2
9. „	3,9	÷ 6,8
10. „	3,6	÷ 4,0
11. „	3,6	÷ 3,6
12. „	3,6	÷ 1,2
13. „	3,6	÷ 2,0
14. „	3,6	÷ 4,0
15. „	3,4	÷ 6,1
16. „	3,0	÷ 6,3
17. „	2,9	÷ 12,0
18. „	2,7	÷ 12,0
19. „	2,5	÷ 11,2
20 „	2,4	+ 0,3
21. „	2,7	+ 3,2
22. „	2,9	+ 3,0
23. „	3,0	+ 2,8
24. „	3,1	+ 0,3
25. „	3,2	+ 0,3
26. „	3,3	+ 1,0
27. „	3,4	+ 2,0

	Keller	Aussenluft
28. Januar	+ 3,5	+ 3,0
29. „	3,6	3,8
30. „	3,7	0,1
31. „	3,7	2,0
1. April	4,5	5,2
2. „	4,5	3,4
3. „	4,3	2,8
4. „	4,5	6,4
5. „	4,7	8,5
6. „	5,0	5,8
7. „	5,0	5,6
8. „	5,0	5,2
9. „	5,0	5,6
10. „	5,1	6,4
11. „	5,2	8,2
12. „	5,3	9,0
13. „	5,4	6,8
14. „	5,4	4,2
15. „	5,3	2,8
1. Juli	11,0	15,2
2. „	11,1	20,0
3. „	11,2	21,0
4. „	11,3	25,4
5. „	11,4	18,5
6. „	11,4	13,0
7. „	11,4	14,5
8. „	11,4	14,0
9. „	11,4	20,0
10. „	11,4	20,0
11. „	11,5	18,5
12. „	11,5	20,2
13. „	11,6	21,0
14. „	11,8	26,5
15. „	12,0	18,5.

Diese Temperaturtabellen zeigen sofort, wie ausserordentlich stabil die Temperatur in dem Keller war, wie wenig sie direct von derjenigen der äusseren Luft beeinflusst wurde. Wäre es nur möglich gewesen, regelmässige Untersuchungen über die Temperatur der oberen Bodenschichten anzustellen, so würde sich wahrscheinlich eine erhebliche Congruenz dieser Temperatur mit der des Kellers haben nachweisen lassen. Doch reichte meine Zeit hierzu nicht aus.

Ueberblickt man die Tabellen, so sieht man ein allmähliches Absteigen der Kellertemperatur bis zum 20. Januar, ein ebenso allmähliches Ansteigen derselben bis zum 15. August, und dann wieder ein Absteigen. Eine nennenswerthe Unterbrechung in dieser Bewegung fand sich eigentlich nur Ende August und Anfang September. Die Temperatur war am 25. August bereits bis auf 12,7° gefallen, stieg dann aber wieder auf 13,1 und weiterhin auf 13,5°, um nunmehr aufs neue und stetig zu fallen. Gleichzeitig mit jener Unterbrechung beobachtete ich eine erhebliche Steigerung der Bodentemperatur.

In einer Tiefe von 5 cm betrug dieselbe im Jahre 1887 am

23. August	+ 14,5°
30. „	+ 18,2
31. „	+ 18,5
1. September . . .	+ 18,3

Ebenso bemerkenswerth war das Verhalten der Luftfeuchtigkeit im Keller. Sie erwies sich dauernd als eine ungemein hohe. Der Stand des feuchten Thermometers wich von demjenigen des trockenen oft gar nicht, meist nur um 0,2 bis 0,3° ab, während das Haarhygrometer von Klinkerfues sich dauernd auf 85 bis 89° C. hielt. Wie schon gesagt, legte ich meinen Berechnungen lediglich die Ziffern zu Grunde, welche das feststehende Psychrometer von August lieferte. Ziehe ich aus ihnen das Generalfacit, so war das Sättigungsdeficit in dem bezeichneten Kellerraume während des Jahres vom October 1886 bis September 1887 durchschnittlich nur 0,180 bis 0,200, in maximo nur 0,350 g. Der Feuchtigkeitsgehalt war also thatsächlich ebenso stabil, wie beträchtlich.

Vom 27. December 1886 bis zum 21. Januar 1887 trieften die Innenfläche der Kellerthüre, sowie alle Wände des Kellers von Feuchtigkeit, obgleich in demselben nichts vorgenommen war, was den Feuchtigkeitsgehalt der Luft hätte erhöhen können. In diesem Zeitraum war das Sättigungsdeficit fast Null, zugleich aber die Temperatur des über dem Keller liegenden Flures etwa 0°, diejenige des Kellers dagegen + 5,2 bis + 2,4°.

Der Kohlensäuregehalt des letzteren erhob sich ebenfalls zu einer grossen Höhe. Von 9 ‰0 bis 92 ‰0 schwankend, zeigte er in den einzelnen Monaten folgenden Stand:

October	1886	(die letzten Tage des Monats)	= 16	bis	21 ‰0
November	„	(30 Tage)	= 15	„	20
December	„	(31 „)	= 13	„	19
Januar	1887	(31 „)	= 11	„	16
Februar	„	(28 „)	= 9	„	15
März	„	(29 „)	= 9	„	12
April	„	(30 „)	= 10	„	13
Mai	„	(31 „)	= 11	„	27
Juni	„	(30 „)	= 16	„	31
Juli	„	(27 „)	= 16	„	42
August	„	(31 „)	= 28	„	58
Septbr.	„	(3 Tage, die ersten) . . .	= 68	„	92

Die niedrigste Ziffer des Kohlensäuregehaltes erhielt ich am 20. Februar 1887 mit 9,08 ‰0, die höchste am 3. September 1887 mit 92 ‰0. Leider musste ich am 4. September verreisen und konnte deshalb nicht weiter verfolgen, ob mit jenem Tage das Maximum erreicht war. Als ich am 9. October 1887 wieder untersuchte, fand ich den Kohlensäuregehalt im Keller = 33,20 ‰0.

Sieht man von den kleineren Schwankungen ab, so fand langsame Abnahme des CO_2-Gehaltes vom October bis zum Ende März, während des April nahezu Stillstand, dann eine Zunahme statt, welche anfänglich langsam, dann rascher von Statten ging, zu Ende August und Anfang September aber ungemein rapide wurde. Am 3. September betrug der CO_2-Gehalt das Zehnfache dessen vom 20. Februar.

Obgleich der Keller stets in gleicher Weise gehalten wurde, zeigten sich grosse Schwankungen im Kohlensäuregehalte auch von Tag zu Tag. Zum Beweise dafür möge folgende Zusammenstellung dienen.

Der CO_2-Gehalt war:

1.	Am	5. Nov.	1886	. . . 17,10 ‰o
	„	6. „	„	. . . 20,85
2.	„	12. Dec.	„	. . . 18,80
	„	13. „	„	. . . 15,21
3.	„	16. „	„	. . . 17,18
	„	19. „	„	. . . 14,28
4.	„	1. Mai	1887	. . . 13,10
	„	2. „	„	. . . 13,36
	„	3. „	„	. . . 15,35
5.	„	11. „	„	. . . 16,42
	„	12. „	„	. . . 19,60
6.	„	17. „	„	. . . 20,22
	„	18. „	„	. . . 23,48
7.	„	25. „	„	. . . 20,00
	„	26. „	„	. . . 26,25
8.	„	10. Juni	„	. . . 20,50
	„	11. „	„	. . . 26,10
	„	12. „	„	. . . 27,00
	„	13. „	„	. . . 16,20
	„	14. „	„	. . . 16,50
	„	15. „	„	. . . 23,12
9.	„	1. Juli	„	. . . 32,00
	„	2. „	„	. . . 24,60
10.	„	5. „	„	. . . 18,75
	„	6. „	„	. . . 30,40
11.	„	30. „	„	. . . 20,80
	„	31. „	„	. . . 40,10
12.	„	7. Aug.	„	. . . 40,28
	„	8. „	„	. . . 56,30

Wie sind diese zum Theil ausserordentlich beträchtlichen Schwankungen zu erklären? Zunächst möchte ich dem Einwurfe

begegnen, dass der Keller an den verschiedenen Tagen verschieden lange geöffnet gewesen, oder die Luft in verschiedener Höhe desselben entnommen sei. Schon vorhin ist erwähnt, dass mit Vorbedacht die Dauer des Aufenthalts des Untersuchenden im Keller möglichst gleichmässig war, und ich kann hier hinzufügen, dass die Differenz sich höchstens auf etwa ½ Minute belaufen haben kann. Die wenigen Tage, an denen eine mehr als zweimalige Eröffnung des Raumes statt hatte, sind in meinen Tabellen besonders notirt und die betreffenden Werthe ausser Berechnung geblieben. Sodann sei betont, dass die Luft allemal in gleicher Höhe, nämlich 20 cm über dem Fussboden entnommen wurde. Die Schwankungen sind demnach durch andere Momente verursacht worden.

Es lässt sich nun sehr bestimmt nachweisen, dass in einem grossen Theile des Jahres der Barometerstand von entscheidendem Einflusse auf den Kohlensäuregehalt der Luft des Kellers war und zwar derartig, dass die Menge der Kohlensäure bei fallendem Barometer grösser, bei steigendem Barometer geringer wurde. Zum Belege gebe ich folgende Zusammenstellungen:

1887	Barometerstand	CO_2
1. Januar	772,5 mm	13,80 ‰o
2. „	766,0	17,12
3. „	765,0	17,20
4. „	760,0	16,90
5. „	751,0	16,52
6. „	745,0	17,03
7. „	747,5	15,28
8. „	751,0	13,10
9. „	755,0	12,78
27. „	774,0	13,40
28. „	772,5	13,56
29. „	773,5	11,70
30. „	773,5	11,30
31. „	768,0	11,36

1887	Barometerstand	CO_2
1. Februar . . .	765,0 mm	11,47 ‰o
7. März	768,0	10,40
8. „	773,0	10,30
9. „	763,0	11,17
10. „	760,0	11,25
11. „	761,0	11,20
12. „	751,0	11,76
13. „	762,0	10,24
14. „	761,0	10,85
15. „	761,0	10,61
16. „	766,0	10,21
1. April	756,0	10,77
2. „	750,0	10,96
3. „	755,0	9,08
4. „	758,0	9,12
5. „	752,5	10,98
6. „	756,0	10,90
7. „	756,0	10,52
8. „	767,0	10,48
9. „	765,0	10,76
10. „	770,0	10,45
11. „	771,5	10,45
12. „	768,0	10,70
13. „	761,0	11,00
14. „	758,0	11,04
15. „	764,0	10,88
1. Juni	765,0	13,10
2. „	762,0	13,36
3. „	755,0	15,35
4. „	751,0	16,48
5. „	760,0	17,10
6. „	761,0	17,46
7. „	764,0	15,48
8. „	769,0	15,00

1887	Barometerstand	CO_2
9. Juni	771,0 mm	15,25 ‰o
10. „	767,0	15,37
11. „	764,0	16,42
12. „	760,5	19,60
13. „	759,0	19,77
14. „	769,0	19,00
15. „	770,0	18,78

Diese Zusammenstellungen geben, wie ich glaube, thatsächlich die Belege dafür ab, dass der Stand des Barometers von wesentlichem Einflusse auf den Kohlensäuregehalt der Luft des Kellers war. Namentlich bei jähen Sprüngen des Luftdruckes konnte dieser Einfluss bis in den Monat Mai hinein stets constatirt werden. Ich verweise nur auf die Ziffern vom 1. und 2. Januar, 5. und 6. Januar, 7. und 8. Januar, 8. und 9. März, 11. und 12. März, 1. und 2. April, 12. und 13. April, 7. und 8. Mai. Allerdings kommen auch einzelne Beobachtungen vor, welche mit den eben citirten contrastiren, z. B. denjenigen vom 3. und 4. Januar, vom 4. und 5. Mai. Aber sie sind sehr sparsam im Verhältnis zu jenen, welche darauf hinweisen, dass bei fallendem Barometer die Kohlensäuremenge zunahm, bei steigendem abnahm.

Ich erkläre mir die temporären Zunahmen der letzteren im Keller dadurch, dass, sobald die Bedingungen dazu günstig waren, die Kohlensäure aus dem Boden in grösserer Menge zuströmte, als das nämliche Gas aus dem Keller entwich, die temporären Abnahmen aber dadurch, dass ein Entweichen der Kohlensäure nach aussen und nach dem Flur, aber kein entsprechender Nachschub statthatte. Dass dabei auch die Temperaturdifferenzen zwischen Boden-, Keller-, Flur- und Aussenluft eine Rolle spielten, ist zweifellos; eine wichtige und in die Augen fallende spielte aber jedenfalls der Luftdruck.

Im Uebrigen hat bereits vor zwei Jahren Suess[1]) hervorgehoben, dass der Gasgehalt der Teschener Gruben mit fallendem

1) Suess, Nach »Natur« 1886 S. 2.

Luftdrucke zu-, mit steigendem abnahm, und dass dies um so stärker der Fall war, je steiler die Luftdruckcurve sich gestaltete.

Nun stellte sich mir aber weiter heraus, dass der seit October 1886 bemerkbare Einfluss des Barometerstandes auf den Kohlensäuregehalt des Kellers vom Monat Mai 1887 an immer mehr sich verwischte und bald gar nicht mehr zu verkennen war. Zum Beweise hierfür lasse ich in nachstehender Tabelle die Beobachtungen aus dem ganzen Monat Juni 1887 folgen und mache den Leser besonders auf den 4., 8., 10., 11., 15., 18., 21. und 29. dieses Monats aufmerksam.

1887	Barometer	CO_2
1. Juni	766,5 mm	23,60 ‰o
2. „	762,0	25,30
3. „	759,0	26,72
4. „	761,0	26,80
5. „	766,0	24,10
6. „	766,5	21,20
7. „	766,5	21,96
8. „	764,0	18,80
9. „	764,5	19,25
10. „	765,0	20,50
11. „	768,0	26,10
12. „	761,5	27,00
13. „	764,5	16,20
14. „	765,0	16,50
15. „	771,0	23,12
16. „	770,0	26,16
17. „	771,5	29,00
18. „	771,5	26,30
19. „	768,0	26,80
20. „	762,0	28,10
21. „	762,0	24,25
22. „	765,0	27,34
23. „	766,0	27,10
24. „	767,5	26,30
25. „	766,0	18,20

1887	Barometer	CO_2
26. Juni	766,0 mm	18,12 ‰oo
27. „	768,0	30,00
28. „	762,5	20,20
29. „	770,0	28,62
30. „	769,5	31,10

Aehnliche sind die Ergebnisse der Untersuchung im Monat Juli am:

	Barometerstand	CO_2	
1. Juli	769 ccm	32,00 ‰oo	
2. „	770	24,60	
3. „	771	21,40	
4. „	766	18,90	
5. „	759	18,75	
6. „	757,5	30,40	
7. „	765	25,72	
8. „	770	28,00	
9. „	766	26,00	
10. „	761	28,25	
11. „	759	32,32	
12. „	763	31,00	
13. „	767	30,60	
14. „	766	33,80	
15. „	768	34,60	
16. „	766	34,72	
17. „	766	34,50	
18. „	768	36,10	
19. „	767	39,12	
20. „	769	38,10	
21. „	769	36,80	
22. „	769	36,25	
23. „	762	42,08	
24. „	—	—	fielen infolge meiner Erkrankung aus
25. „	—	—	
26. „	—	—	
27. „	—	—	
28. „	—	—	
29. „	769	30,50	
30. „	768	26,80	
31. „	765	40,10	

Auch der Monat August ergab ein gleiches Resultat. Ich registrire hier nur die folgenden Data:

	Barometer	CO_2
9. August	759 mm	57,00 ‰o
10. „	744	50,32
11. „	756	44,40
12. „	758	39,60
13. „	760	38,70
14. „	760	37,50
15. „	762	38,80

Wir sehen aus diesen Zusammenstellungen, dass in den Monaten Juni, Juli und August zwar erhebliche Schwankungen im Kohlensäuregehalt des Kellers hervortraten, dass sie aber nicht immer mit denen des Luftdrucks congruirten, dass vielmehr oft gerade bei steigendem Barometer eine Zunahme der CO_2, bei fallendem eine Abnahme statthatte. Wie erklärt sich dies? Man denkt zunächst daran, dass wegen der stärkeren Temperaturdifferenzen zwischen Boden und Keller, sowie zwischen Keller und Flur die Austauschverhältnisse wesentlich andere wurden. Aber hieraus würde man doch nicht eine befriedigende Erklärung namentlich für die starken und schroffen Aenderungen des CO_2-Gehaltes im Keller erblicken können. Ich finde eine solche Erklärung für das abweichende Verhalten des CO_2-Gehaltes während des Sommers — schon seit Mitte Mai liessen sich mehr Irregularitäten nachweisen — nur in der Annahme, dass mit der Steigerung der Bodenwärme eine lebhaftere Production der Kohlensäure im Boden vor sich ging. Die Luft im Keller war ja trotz der Communication, welche zwischen letzterem und der Aussenluft wie dem Flur bestand, im wesentlichen Bodenluft. Nun wissen wir, dass die Production der Kohlensäure im Boden während der Abkühlung des letzteren, speciell während der Monate November, December, Januar, Februar, März, April und Mai eine knappe und ziemlich gleichmässige ist. Port[1]) notirt folgende Ziffern für den CO_2-Gehalt der Bodenluft in 1,5 m Tiefe:

1) Epidemiologische Beobachtungen in den Garnisonen Münchens. Archiv f. Hygiene Bd. 1.

Januar	11,08 ‰
Februar	7,25
März	9,83
April	8,78
Mai	9,65
Juni	15,67
Juli	23,97
August	28,47
September	33,80
October	26,03
November	16,11
December	11,43

Diese Ziffern gelten für München. Soweit meine eigenen Ermittelungen einen Schluss zulassen, ist in Rostock das Verhalten der Bodenkohlensäure ein ähnliches, nur dass sie in den Monaten September und October relativ geringere Höhe erreicht. Jedenfalls beginnt vom Mai ab eine ungleich lebhaftere Production der Kohlensäure im Boden. Dies wird aber nicht bloss den procentischen Gehalt der mit der Bodenluft communicirenden Kellerluft an Kohlensäure steigern, sondern auch zur Folge haben, dass der Einfluss des Luftdruckes nicht mehr, oder nicht mehr so bestimmt in die Erscheinung tritt. So lange die Production von Kohlensäure im Boden eine mehr gleichmässige ist, kann ein Factor, welcher auf die Bewegung dieses Gases seine Einwirkung ausübt, selbstverständlich leichter erkannt werden, als wenn die Production in starkem Ab- oder Ansteigen begriffen ist, oder ganz und gar schwankt. Dieselbe hängt nicht bloss von der Temperatur des Bodens, sondern auch von der Durchfeuchtung desselben ab. Diese war nun im Juni, Juli und August des laufenden Jahres eine ungemein wechselnde, ein Umstand, welcher wohl Beachtung verdient, wenn man die zum Theil sehr beträchtlichen Schwankungen des Kohlensäuregehaltes der Kellerluft von einem Tage zum andern erklären will. So stieg die Kohlensäure der Luft des Kellers nach der Mitte des Juli 1887 auf 36 bis 42 ‱ bei ziemlich hoher Aussen- und recht hoher Bodentemperatur,

sowie fast völlig trockenem Wetter. Vom 17. bis zum 30. fiel nur einmal (am 19.) ein klein wenig Regen. Nach dem 23. Juli, an welchem jener CO_2-Gehalt = 42,08 ‰o war, fiel derselbe stetig, um am 30. Juli auf 20,80 ‰o hinabzusinken. Dann trat Landregen, am 31. Juli Gewitterregen, am 1. August wieder ein starker Regen ein, und der Kohlensäuregehalt der Kellerluft hob sich von

20,80 ‰o	am 30. Juli auf		
40,10	„ 31. „	(Barom.	768 mm)
49,20	„ 1. August	„	765
50,31	„ 2. „	„	766,5
50,00	„ 3. „	„	768,5.

An diesen Tagen scheint doch in Wahrheit eine sehr vermehrte Production von Bodenkohlensäure stattgehabt zu haben, nachdem reichliche Niederschläge den vorher sehr trocken gewordenen, warmen Boden durchtränkten.

Wie innig aber der Keller infolge seiner permeablen Sohle mit dem Boden communicirte, geht aus folgender, um die Mitte des Monats August 1887 gemachten Beobachtung hervor. Am 15. ds. Mts. begannen, nachdem ich früh morgens noch die Kohlensäurebestimmung gemacht hatte, Arbeiter in dem Keller die ihn durchsetzenden Leitungsrohre zu restauriren. Thür und Aussenklappe standen deshalb während des bezeichneten Tages, auch noch am 16. und 17. August, lange Zeit offen. Nun betrug der CO_2-Gehalt am

14. August	37,50 ‰o
15. „	36,80
16. „	10,77
17. „	9,96
18. „	28,60
19. „	33,57

Um die Ziffern vom 18. und 19. August richtig zu würdigen, muss man ins Auge fassen, dass um diese Zeit, überhaupt schon seit dem 10. August, wo kühles, regnerisches Wetter mit auffallend

kalten Nächten den Boden sehr abkühlte[1]), sicher in letzterem die Kohlensäureproduction in der Abnahme begriffen war. Im Hinblick hierauf ist anzunehmen, dass schon am 19. August die beim Oeffnen der Thüre und Klappe eingedrungene Luft nahezu vollständig wieder durch Bodenluft ersetzt war. Jedenfalls aber beweist die hier hervorgehobene Beobachtung, dass zwischen einem Keller mit permeabler Sohle und dem Erdboden ein sehr inniger Luftaustausch statthat.

Viermal wurde die Kellerluft gleichzeitig unmittelbar über der Sohle und 2 m hoch, unmittelbar unter der Decke entnommen. Es ergaben sich bei der Untersuchung folgende Werthe für die Kohlensäure im Jahre 1887 am

	unten	oben
4. Januar . . .	16,90 ‰o	16,21 ‰o
1. Februar . . .	11,47	11,00
14. März	10,85	10,14
10. Mai	15,37	14,88

Die Differenz war also nicht ganz unerheblich. Sie erklärt sich zweifellos aus dem Umstande, dass die Luft im Keller nahezu stagnirte, und die kohlensäurereiche Luft aus dem Boden nachströmte.

Die organische Substanz in der Luft des bezeichneten Kellers ist monatlich einmal bestimmt worden. Dabei fand ich folgende Werthe. Es wurden verbraucht auf 10 l Luft am

	Kalipermanganatlösung
15. October 1886	1,65 ccm
1. November „	1,52
1. December „	1,73
2. Januar 1887	1,84
1. Februar „	1,50
1. März „	1,36
3. April „	1,65

1) Am 19. August 1887 betrug die Temperatur des Bodens an der Nordseite des hygienischen Institutes in 5 cm Tiefe nur 14,8° C., während sie am 27. Juli 1887 23,4° C. betragen hatte.

		Kalipermanganatlösung
1. Mai 1887	. . . .	1,48 ccm
1. Juni „	. . . .	1,42
1. Juli „	. . . .	1,68
10. August „	. . . .	1,60

Das Mittel aus diesen Werthen ist 1,59 cm. Die Schwankungen im Gehalte an oxydabler, organischer Materie waren demnach auffallend gering gegenüber denjenigen, welche in der äusseren Luft constatirt worden waren, während bei Untersuchung der letzteren auf 10 l 0,15 bis 1,27 ccm der Kalipermanganatlösung verbraucht wurden, waren auf 10 l Kellerluft erforderlich 1,36 bis 1,84 ccm. Setze ich an Stelle des Verbrauchs an Kalipermanganatlösung denjenigen von Sauerstoff, so wurden verbraucht

1. für Kellerluft

9,52 Vol.-Theile O	auf 1 Million Vol.-Theile Luft	in minimo,
12,88	do.	in maximo,
11,13	do.	im Mittel.

2. für die Luft des Universitätshofes

1,05 Vol.-Theile O	auf 1 Million Vol.-Theile	in minimo,
9,00	do.	in maximo,
3,70	do.	im Mittel.

Die ungleich geringeren Schwankungen im Gehalte der Kellerluft an organischer Materie hängen zweifellos mit dem Umstande zusammen, dass dieselbe keine bewegte war, und dass namentlich derjenige Factor, welcher bei der Aussenluft die grössten Schwankungen hervorruft, der Regen, auf sie nicht einwirkte.

Vergleichen wir die Menge der organischen Substanz in der Kellerluft mit derjenigen in der Aussenluft, so sehen wir, dass sie in ersterer viel reichlicher vertreten war. Denn das Minimum der organischen Substanz in der Kellerluft stellte sich noch höher, als das Maximum derselben in der Aussenluft. Im Mittel war diese Substanz in der Luft des bezeichneten Kellers dreimal mehr vorhanden, als in der Luft des Universitätshofes und einmal mehr, als in derjenigen des freien Feldes. Es ist dies ja recht erheblich. Aber vielleicht hätte man bei den eigenthümlichen

Verhältnissen des Kellers noch ungünstigere Werthe erwarten können, als sie gefunden wurden. Denn die Luft stagnirte fast vollständig, und purificirende Factoren kamen, wie schon angedeutet ist, in ihr nicht zur Geltung. Aber andererseits fehlte in ihr der sonst die Luft verunreinigende Staub, ich will nicht sagen völlig, aber relativ ungleich mehr, als in der Aussenluft und in der Luft bewohnter Räume. Setzte ich reine Glasplatten oder Platten, welche mit Glycerin überstrichen waren, zwei bis drei Tage der Kellerluft aus, so konnte ich nur sehr wenig Staubpartikelchen auf ihnen wahrnehmen. Dass der Antheil des Staubes an der Gesammtmasse der oxydablen organischen Materie kein so grosser war, wie in der Aussenluft, geht auch aus folgenden Bestimmungen hervor. Als 10 l Luft des Kellers zuerst durch Asbestmasse und darauf durch ein mit verdünnter Schwefelsäure versetztes Wasser geleitet wurden, ergab sich, dass verbraucht wurden an Kalipermanganatlösung

		von der Asbestmasse	von dem Wasser
1.	am 15. October 1886	= 0,80 ccm	0,85 ccm
2.	„ 1. Mai 1887	= 0,39	0,79
3.	„ 1. Juni 1887	= 0,75	0,67

Es kam also auch die oxydable gasige Materie im Durchschnitt ein noch etwas grösserer Procenttheil, als auf die oxydable, staubförmige Materie. In der Aussenluft hielt sich dagegen der Procentsatz der ersteren viel, viel niedriger, indem er nur den fünften bis sechsten Theil der staubförmigen ausmachte. So bestand also auch in der Qualität der organischen Materie ein Unterschied zwischen der Keller- und Aussenluft.

Die eigenthümliche Beschaffenheit der Luft des hier in Frage stehenden Kellers trat auch noch nach einer anderen Richtung hervor. Diese Luft hatte einen auffallenden Geruch, der mitunter mehr, mitunter weniger intensiv war, mitunter auch, aber nur ganz ausnahmsweise, völlig vermisst wurde. Derselbe glich nicht dem gewöhnlichen muffig-dumpfen Geruch, wie man ihn in feuchten, ungenügend gelüfteten Räumen wahrnimmt, sondern hatte eine gewisse Aehnlichkeit mit demjenigen des Buchenholzrauches. Ich notirte deshalb in meinen Tabellen:

brenzlicher Geruch. Worauf er beruhte, kann ich nicht sagen. Da der Keller völlig leer war, nur eine Holztreppe enthielt, so konnte jener Geruch wohl lediglich von einer, aus der Bodenluft stammenden, Beimengung herrühren. Aus einer solchen Annahme liesse sich auch erklären, weshalb er zeitweise stärker, zeitweise schwächer beobachtet wurde. Mit voller Bestimmtheit kann ich angeben, dass er nicht aus der Binnenluft des bezeichneten Gebäudes hineingelangt war. Denn in letzterem wurde er niemals beobachtet.

Vergleichen wir die Menge der Kohlensäure in der Kellerluft mit derjenigen der organischen Substanz, so finden wir zwar, dass diese, wie jene sehr gross war. *Aber es stieg die Menge der organischen Substanz keineswegs in demselben Verhältnis an, wie die der Kohlensäure.* War letztere im Keller während des Monats August 1887 am höchsten, so entsprach die Menge der organischen Substanz genau dem Mittel. Allerdings wurde dieselbe nur einmal pro Monat bestimmt. Aber gerade am 10. August, an welchem ich sie bestimmte, betrug der CO_2-Gehalt 50,32 ‱, war also excessiv hoch. Andererseits wurde am 3. April 1887 der CO_2-Gehalt sehr niedrig (9,08 ‱), dagegen derjenige der organischen Substanz das Mittel nicht unbeträchtlich überschreitend gefunden. *Wir dürfen deshalb auch für Kellerluft den Kohlensäuregehalt nicht als einen sicheren Index der Reinheit oder Unreinheit der Luft ansehen*, wie wir dies schon weiter oben in Bezug auf die Aussenluft ausgesprochen haben.

Die *Menge der Mikroorganismen* in der Kellerluft war eine relativ nicht sehr beträchtliche. Monatlich einmal bestimmt, betrug sie im

		in 10 l	also in 1 cbm
1.	October 1886	9,	900
2.	November „	4	400
3.	December „	7	700
4.	Januar 1887	5	500
5.	Februar „	5	500
6.	März „	11	1100

7.	April 1887 in 10 l	7, also in 1 cbm	700
8.	Mai „	13	1300
9.	Juni „	11	1100
10.	Juli „	7	700
11.	August „	16	1600.

Der Durchschnitt war demnach 8,5 : 10 l, 850 : 1 cbm.

Bei weitem die meisten der Mikroorganismen gehörten der Klasse der Schimmelpilze an, von denen die Mucorineen prävalirten. Es folgten der Zahl nach die Spaltpilze; am wenigsten vertreten waren die Sprosspilze. Das Verhältnis dieser drei Klassen zu einander gestaltete sich im Durchschnitt folgendermaassen: Auf sechs Schimmelpilze kamen zwei Spaltpilze und ein Sprosspilz.

Unter den Schimmelpilzen habe ich Mucor Mucedo, Mucor rhizopodiformis, Aspergillus glaucus, niger und fumigatus constatirt, unter den Sprosspilzen Saccharomyces cerevisiae und mycoderma, niemals Saccharomyces glutinis, unter den Spaltpilzen Micrococcus candicans, aurantiacus, Bacillus subtilis, niemals den Bacillus prodigiosus gefunden.

Ungemein sorgsam habe ich nach pathogenen Spaltpilzen geforscht, indem ich Platten mit Nährgelatine oder sterile Kartoffelscheiben oder anderes steriles Material mehrere Stunden in der ruhigen Kellerluft exponirte und dann bei Zimmertemperatur in feuchten Glaskammern hielt. Es geschah dies, weil man gerade die feuchten Kellerräume als die Entstehung von Infectionskrankheiten befördernd ansieht. So sind denn sämmtliche Colonien, die sich entwickelten, untersucht worden. Nur ein einziges Mal, nämlich am 19. August 1887 habe ich auf einer sterilen Kartoffel, die vier Stunden im Keller gelegen hatte, zwei Colonien gefunden, welche den Friedländer'schen Pneumococcus enthielten. Sie bildeten weissgelbliche Plaques, auf denen späterhin Blasen erschienen. Sticheulturen liessen sehr bald die bekannte weisse Kuppe, den Nagel, an der Oberfläche hervortreten, während längs des Impfstiches selbst eine dicke, weisse Masse sich bildete. Plattenculturen zeigten nach 30 Stunden kleine, weisse, runde Pünktchen, die bei 100 facher Vergrösserung

als kleine Scheiben mit bräunlicher Peripherie sich erwiesen. Das mikroskopische Präparat zeigte den Pneumococcus in der Form, wie man sie in den Culturen antrifft.

Am 15., 16. und 17. August war in dem Keller an dem Wasserleitungsrohre gearbeitet worden. Es ist wahrscheinlich, dass die bezeichneten Spaltpilze damals aus der Wandung des Kellers, an welcher das Rohr sich entlang zieht, oder aus einem anderen Ruhepunkte aufgerührt wurden und in die Luft des Raumes hineingelangten. Sie sind wenigstens vorher trotz sorgsamsten Forschens nicht gefunden worden [1]).

Um schliesslich noch des Ammoniakgehaltes der Kellerluft zu gedenken, so war derselbe fast bei sämmtlichen Feststellungen gleich Null. Nur in zwei von insgesammt 24 Bestimmungen konnte eine geringfügige Spur von Ammoniak nachgewiesen werden, während dasselbe in den übrigen Räumen des Institutes ein ganz regelmässiger Bestandtheil der Luft ist.

Die Luft im Souterrain meines Wohnhauses.

Mein jetziges, in der Steinthorvorstadt von Rostock belegenes Wohnhaus, auf trockenem, durchlässigem Boden aufgebaut, hat ein etwa zur Hälfte seiner Höhe unter das Niveau des letzteren hinabreichendes Souterrain, welches nach der gewöhnlichen Auffassung als ein trockenes betrachtet wird. Die Einzelräume desselben sind zum grössten Theile mit festem Estrich (aus Cement), zum kleineren Theile mit Ziegelsteinen ohne Kalkverbindung gepflastert. Sie alle werden fleissig gelüftet und gesäubert.

Während des Jahres vom October 1886 bis zum Ende des September 1887 schwankte die Temperatur in den nicht geheizten Südräumen dieses Souterrains von + 1 ° bis 21,9 ° C., in den Nordräumen von + 0,3 bis 20,3 ° C. Die niedrigsten Ziffern wurden am 18. Januar 1887, die höchsten am 30. und 31. Juli 1887 ermittelt, an welchen beiden letztbezeichneten Tagen die Aussentemperatur am Mittage die Höhe von 30 ° C. überschritt.

1) Nähere Darlegung dieses Befundes siehe Berliner klin. Wochenschrift 1887 Nr. 39.

Was die Feuchtigkeit des Souterrains betrifft, so differirte sie nicht unerheblich je nach der Construction des Fussbodens der Räume. In den Cementestrichlocalitäten betrug das Sättigungsdeficit im Mittel = 2,910 g pro 1 cbm Luft und schwankte hier von 0,820 bis 3,420 g. In dem mit Ziegelsteinen gepflasterten Raume, der allerdings nach Norden liegt, betrug es im Mittel nur 1,040 g pro 1 cbm.

Der Kohlensäuregehalt, welchen ich 1885, 1886 und 1887 im Ganzen dreissigmal bestimmen konnte, war in den Cementestrichräumen = 5,24 bis 6,85 ‰0, im Mittel 5,88 ‰0, in dem mit Ziegelsteinen gepflasterten Raume dagegen 5,87 bis 7,36 ‰0, im Mittel 6,25 ‰0. In einem Mansardenraume meines Hauses, der ebenfalls nicht bewohnt wird, in dem sich lediglich alte Kisten u. s. w. finden, constatirte ich nur 4,34 ‰0, ein zweites Mal 4,19 ‰0 CO_2, in den Parterrezimmern 4,59 ‰0 CO_2 bis 4,85 ‰0 CO_2.

Auch die Menge der organischen Substanz war in der Luft meines Souterrains geringer, als in derjenigen des Kellers im hygienischen Institute. Es wurden nämlich auf 10 l Luft an Kalipermanganatlösung verbraucht in dem mit Ziegelsteinen gepflasterten Raume

1. 1,42 ccm
2. 1,51
3. 1,44
4. 1,60

im Mittel 1,49

An und für sich ist diese Menge nicht sehr erheblich, wenn wir sie vergleichen mit derjenigen Menge organischer Materie, welche wir in Binnenräumen constatiren können. So ermittelte ich in meinem fleissig gelüfteten Studierzimmer früh morgens vor der Lüftung, dass

1. 1,38 ccm
2. 1,43

Kalipermanganatlösung auf 10 l Luft verbraucht wurden.

Wenn man jedoch ins Auge fasst, dass jener Raum im Souterrain nicht bewohnt ist, dass in ihm sehr wenig Anlass zur

Staubbildung gegeben wird, so muss man die vorhin notirte Menge organischer Substanz, welche einem Verbrauche von 10,43 Vol.-Theilen Sauerstoff auf 1 Million Vol.-Theile Luft entspricht, als hoch bezeichnen. Uebersteigt sie doch das Maximum der in der Luft des Universitätshofes gefundenen organischen Substanz um ein nicht Unbedeutendes. — In bewohnten Souterrains mit mangelhafter Lüftung fand ich übrigens ungleich höhere Ziffern. So wurden a) auf dem Flur eines solchen Souterrains und b) in einem Wohnzimmer je 10 l Luft entnommen und verbraucht

für a) 2,05 ccm Kalipermanganatlösung,
„ b) 3,12 „

Die Mikroorganismen, welche in der Luft des Souterrains meines Hauses nachgewiesen werden konnten, gehörten in ihrer überwiegenden Mehrzahl wiederum der Klasse der Schimmelpilze an. Nur prävalirten hier die Aspergillen gegenüber den Mucorineen. Doch wurden bei jeder Luftprüfung beide Gattungen der Schimmelpilze gefunden. Unter den Sprosspilzen waren sehr häufig Saccharomyces cerevisiae und mycoderma, selten Saccharomyces glutinis, unter den Spaltpilzen am meisten vertreten Micrococcus candicans und aurantiacus, Bacillus butyricus und subtilis. Zweimal, im September 1886 und im Juli 1887, zeigte sich der Bacillus der blauen Milch in einer Reihe von Schalen, welche mit Milch gefüllt in dem Souterrain aufgestellt waren. Zu beiden Zeiten war die Temperatur sehr hoch, und das Sättigungsdeficit in der Luft sehr niedrig.

Pathogene Mikroben habe ich in der Luft meines Souterrains ausser Staphylococcen nicht constatiren können.

Allgemeine Betrachtungen über Kellerluft.

Nach den im Vorstehenden mitgetheilten Feststellungen und Beobachtungen differirt die Luft in Souterrains im allgemeinen, ich will lieber sagen, in den nur zum Theil unter dem Bodenniveau angelegten und mit impermeablem Fussboden versehenen Kellerräumen ebenso, wie in den rein unterirdischen Kellern von der Aussenluft um ein wesentliches. Zunächst charakterisirt sich die Kellerluft durch eine grössere Stabilität der Temperatur,

welche im Winter relativ hoch, im Sommer relativ niedrig ist und schroffe Wechsel nicht aufweist, dadurch aber nicht bloss von der Aussenluft, sondern auch von der Luft der höheren Geschosse des Hauses, namentlich der Mansarden, sich unterscheidet. Sie charakterisirt sich zweitens dadurch, dass sie entschieden feucht ist, ein geringes Sättigungsdeficit zeigt. Dieses tritt zwar besonders scharf in den Kellerräumen zu Tage, welche gegen den Erdboden durch keine impermeable Schicht abgeschlossen sind, ist aber auch in solchen Räumen zu erkennen, welche mit Cement-Estrich versehen, nach Süden zu gelegen sind und den Anschein völlig trockener Räume haben. Drittens ist der Kohlensäuregehalt der Kellerluft als relativ hoch zu bezeichnen, sowohl gegenüber der Aussenluft, als auch gegenüber der Luft höherer Stockwerke. Dies äussert sich ebenfalls am stärksten in den Kellerräumen, welche einen permeablen Fussboden besitzen, ist aber auch in Räumen mit Cement-Estrich wenigstens dann recht wohl erkennbar, wenn neben ihnen solche mit permeablem Fussboden liegen. Das Plus an Kohlensäure wird in der Hauptsache durch Zufuhr von Bodenluft zu erklären sein und wird sich um so mehr steigern, je weniger die betreffenden Räume ventilirt sind. Dass der Kohlensäuregehalt der Luft in Kellerlocalitäten mit permeablem Fussboden von dem Luftdrucke beeinflusst wird, darf nach den hier vorgebrachten Daten als sicher angenommen werden. Es ist viertens die Kellerluft an organischer Substanz reicher, als diejenige der Aussenluft an reinlichen und den Winden ausgesetzten Orten, aber nicht viel reicher als die Luft der Binnenräume im allgemeinen. Was die Mikroorganismen anbelangt, so prävaliren in der Kellerluft die Schimmelpilze vor den Spalt- und Sprosspilzen.

Nach diesem ihrem Verhalten muss sie demjenigen, welcher in ihr sich aufhält, durchschnittlich mehr Wärme entziehen, als nicht bewegte Aussenluft oder die Luft in anderen Binnenräumen. Denn die Kellerluft ist im Mittel kühler und vor allem feuchter; Feuchtigkeit aber bindet Wärme. Ihr relativ hoher Gehalt an Feuchtigkeit muss gleichzeitig die Abgabe von Wasserdampf

durch die Respiration wesentlich beeinträchtigen, wie dies nicht näher erörtert zu werden braucht. Eine solche Behinderung scheint zwar nicht direct schädlich zu wirken, da der menschliche Organismus das nicht durch die Respiration climinirte Quantum Wasser durch andere Organe auszuscheiden vermag. Ob sie jedoch, wenn andauernd, nicht auf indirecte Weise, z. B. durch permanente Mehrbelastung der Nieren, Nachtheile für die Gesundheit bringen kann, ist eine andere Sache. Die Möglichkeit einer solchen indirect schädlichen Wirkung darf wohl nicht von der Hand gewiesen werden.

Sicherlich liegt aber eine gesundheitliche Gefahr in der niedrigen Temperatur und der Feuchtigkeit der Luft des Kellers, wenn Jemand ihn mit erhitztem Körper betritt. Die hyperämische Haut wird dann plötzlich stark abgekühlt. Es entsteht dadurch ein Reflex von den Hautnerven auf andere Nerven und eine Alteration der Blutvertheilung in den Organen des Körpers. Hierauf sind wohl viele Fälle von Angina und von Bronchitis zurückzuführen, welche namentlich bei Kindern der in Souterrains wohnenden Familien so häufig sind. Es scheint mir wenigstens die hier gegebene Erklärung die einfachste zu sein.

Ich komme nun zu der Frage, ob der stärkere Kohlensäuregehalt der Kellerluft eine Gefahr für die Gesundheit bedingt. Da der Mensch, wenn anders er völlig gesund ist, erfahrungsgemäss eine Luft, welche 5 Promille Kohlensäure enthält, ohne Beschwerde und ohne jeden Schaden einathmen kann, so wird ein nicht anhaltender Aufenthalt in der Kellerluft, die nur unter besonders ungünstigen Umständen einen so hohen CO_2-Gehalt aufweist, keine Nachtheile mit sich bringen. Ob aber dauernde Einwirkung der kohlensäurereichen Kellerluft nicht doch durch Störung des Chemismus der Athmung schädlichen Einfluss ausübt, ist weniger bestimmt zu sagen. Für Kinder möchte ich den letzteren als sehr wohl möglich betrachten. Sie scheiden bekanntlich relativ viel mehr Kohlensäure aus, als Erwachsene. Wird nun durch den Reichthum der Kellerluft an diesem Gase die Elimination desselben aus dem Körper behindert und andauernd behindert, so muss eine

schädliche Rückwirkung auf letzteren bei ihnen viel eher sich äussern, als bei Erwachsenen.

Ganz bestimmt aber dürfte der gesteigerte Kohlensäuregehalt der Kellerluft Asthmatikern Schaden bringen, da notorisch schon geringfügige Erhöhungen des Kohlensäuregehaltes der Luft überhaupt bei diesen Personen Steigerung der Dyspnoë bewirken.

Ein nachtheiliger Factor in der Kellerluft ist zweifellos auch der höhere Gehalt derselben an organischer Substanz, wie er durch die Communication jener Luft mit der Bodenluft und durch die naturgemäss mangelhaftere Ventilation der Kellerräume bedingt ist. Allerdings kennen wir die schädlichen Theile der organischen Materie in der Luft erst sehr unvollkommen und wissen insbesondere noch nicht, ob dieselbe ausser den etwa in ihr vorhandenen pathogenen Mikroorganismen auf den menschlichen Körper krankmachend wirken kann. Aber wir dürfen mit einer sehr grossen Wahrscheinlichkeit annehmen, dass in der Luft der Binnenräume, namentlich der ungenügend gelüfteten, ausser dem Plus an Kohlensäure und ausser den Mikroorganismen noch andere Bestandtheile von unter Umständen schädlichem Einflusse vorkommen können. Vielleicht sind es flüchtige Fettsäuren bestimmter Art, vielleicht flüchtige Ptomaïne, auf welche wir jene Störung des Allgemeinbefindens zurückführen müssen, die eintritt, wenn wir in verdorbener Luft längere Zeit uns aufhalten.

Unter den Krankheiten, welche in Souterrains entschieden häufig vorkommen, sind die Scrophulose, die Diphtheritis und der Rheumatismus zu nennen. Die Statistik ist allerdings hinsichtlich des Vorkommens dieser Leiden in den verschiedenen Klassen von Wohnungen noch recht mangelhaft. Aber es dürfte doch kaum ein Zweifel darüber bestehen, dass die genannten Krankheiten in Souterrains relativ häufig sind. Als ich vor einigen Jahren Nachforschungen nach der gesundheitlichen Lage der zu Rostock in fremder Pflege untergebrachten Kinder anstellte, fand ich unter 98 derselben 19 rhachitische und 12 scrophulöse. Von letzteren waren vier in Kellerwohnungen und fünf in Hofwohnungen untergebracht. Nun fand ich überhaupt nur

vier von Haltekindern bewohnte Kellerwohnungen, während 41 Hofwohnungen und 49 nach der Strasse gelegene Räume besichtigt wurden. Es wäre doch ein sehr eigenthümliches Zusammentreffen, wenn alle in Kellerwohnungen untergebrachten Pfleglinge an Scrophulose litten, und keine ursächliche Beziehung jener Wohnungen zur Entstehung der Krankheit obwalten sollte. Wenn aber die Kellerwohnungen eine ätiologische Bedeutung hinsichtlich der Scrophulose haben, so kann dies durch alle vorhin genannten Eigenschaften der Kellerluft, ihre relativ niedrige Temperatur, ihre Feuchtigkeit, ihren hohen Gehalt an Kohlensäure und organischer Substanz, vielleicht auch durch ungenügende Zufuhr von Sonnenlicht bedingt sein. Beruht das fragliche Leiden auf einer Invasion des Tuberkelbacillus, was ich freilich noch nicht als erwiesen ansehe, so würde man annehmen müssen, dass der Aufenthalt in solcher Luft eine Disposition zur Einnistung und Wucherung jenes Bacillus erzeuge.

Was die Diphtheritis anbelangt, so hat Körösi[1]) jüngst die Behauptung aufgestellt, dass sie durch den Aufenthalt in Kellerwohnungen nicht gefördert werde. Doch ist seine statistische Methode nicht fehlerfrei und ja auch bereits bekämpft worden. Dass die genannte Krankheit in Souterrains ungemein häufig ist, haben fast alle anderen Autoren, welche Nachforschungen darüber anstellten, nachweisen können. So constatirte noch jüngsthin Kayser[2]), dass in Berlin die Diphtheritis entschieden häufiger in Keller- und Hofwohnungen vorkommt, als in Vorderwohnungen über der Erde. Ebenso fand ich selbst[3]), dass von 209 Diphtheritis-Erkrankungsfällen, über welche ich genaue Notizen sammeln konnte, 31 in Souterrains und 20 in Hofwohnungen eintraten. Es ist wohl anzunehmen, dass das diphtheritische Virus sich in den kühlen, feuchten Kellerräumen besser entwickelt, als in den wärmeren, trockeneren Oberräumen. Wissen wir doch, dass die fragliche Krankheit im Winter und im Frühlinge, namentlich

1) Körösi, Ueber den Einfluss der Wohlhabenheit und der Wohnverhältnisse auf Sterblichkeit etc. Stuttgart 1885.

2) Kayser, Eulenberg's Vierteljahrsschrift Bd. 42 S. 352.

3) Uffelmann, Handbuch der Hygiene des Kindes 1881 S. 134.

bei nasskalter Witterung häufiger ausbricht und eher epidemisch wird, als im Sommer und bei trockener Witterung. Vielleicht schafft auch der Aufenthalt in der Kellerluft durch Erzeugung einer entzündlichen Affection der Mandel- und Rachengegend eine Disposition zur Aufnahme des diphtheritischen Virus.

Ueber die Frequenz des Rheumatismus — sowohl der acuten Rheumarthritis als der wechselnden Formen des chronischen Rheumatismus — in Kellerwohnungen kann ich statistische Belege nicht beibringen. Ich weiss jedoch aus meiner früheren Praxis, dass ich dies Leiden ungewöhnlich oft in Neubauten, feuchten Häusern und in Souterrains angetroffen habe, und schliesse hieraus, dass die Feuchtigkeit der Kellerluft auch in Bezug auf den Rheumatismus eine ätiologische Rolle spielt.

Die Luft in einer Schlafkammer.

Die Schlafkammer, deren Luft untersucht wurde, liegt in dem Erdgeschoss eines Vorstadthauses nach Norden und misst 4 m der Länge, 3,5 m der Breite und 4,25 m der Höhe nach, hat demnach fast 60 cbm Luftraum. Sie wird am Tage sehr fleissig gelüftet und zwar durch Oeffnen zweier Fenster. Während der ersten Untersuchung, im Juli 1887, schlief in diesem Raume nur ein Erwachsener, ich selbst, während der späteren Untersuchungen auch meine Frau und unser zehnjähriger Sohn.

Ich fand nun Folgendes:

Am 27. Juli 1887 abends 9¾ Uhr hatte die Luft des Zimmers, dessen Fenster 15 Minuten zuvor geschlossen worden waren, einen Kohlensäuregehalt von 4,21 ‱. Der Verbrauch an Kalipermanganatlösung war 1,12 ccm : 10 l.

Am 28. morgens 7¼ Uhr hatte die Luft desselben Zimmers, in welchem ich geschlafen und welches bis nach vollendeter Entnahme der Luft nicht geöffnet worden war, einen Kohlensäuregehalt von 7,23 ‱ und so viel organischer Substanz, dass der Verbrauch an Kalipermanganatlösung 1,80 ccm auf 10 l betrug. Als ich das Zimmer verliess und eine Minute später zurückkehrte, konnte ich einen unangenehmen Geruch schwach wahrnehmen.

Am 23. October abends 9 Uhr hatte die Luft des Zimmers, dessen Fenster um 8 Uhr geschlossen worden waren, einen Kohlensäuregehalt von 4,17 ‱ und so viel organische Substanz, dass der Verbrauch an Kalipermanganatlösung 1,20 ccm auf 10 l betrug. Am anderen Morgen 8 1/4 Uhr hatte die Luft desselben Zimmers, in welchem bis dahin die vorbezeichneten drei Personen sich aufhielten und welches bis dahin nicht geöffnet worden war, einen Kohlensäuregehalt von 11,22 ‱, und so viel organische Substanz, dass an Kalipermanganatlösung 2,85 ccm : 10 l verbraucht wurden. Der Geruch der Luft war deutlich unangenehm.

Endlich untersuchte ich die Luft des Schlafzimmers noch am 5. und 6. Januar 1888.

Am Abend des 5. Januar (9 Uhr), nachdem zwei Stunden zuvor die Fenster geschlossen worden waren, betrug

der Kohlensäuregehalt . . . . 4,35 ‱
der Verbrauch an Kalipermanganatlösung . . . 1,27 ‱

dagegen am Morgen des 6. Januar, nachdem bis dahin jene drei Personen in dem Zimmer geschlafen hatten,

der Kohlensäuregehalt . . . . 10,96 ‱,
der Verbrauch an Kalipermanganatlösung . . 2,78 ccm.

Der Geruch der Luft war deutlich unangenehm.

Der Uebersichtlichkeit wegen stelle ich diese Ergebnisse in einer Tabelle zusammen:

			Kalipermanganat-lösung	auf 1 Million Vol.-Theile
I.	a)	4,21 ‱ CO_2 . .	1,12 ccm	= 7,84 Vol.Theile
	b)	7,23 . .	1,80	12,60 „
II.	a)	4,17 . .	1,20	8,40 „
	b)	11,22 . .	2,85	19,95 „
III.	a)	4,35 . .	1,27	8,89 „
	b)	10,96 . .	2,78	19,46 „

Der Gehalt der Luft des Schlafzimmers an Kohlensäure und oxydabler, organischer Materie gleich nach stattgehabter starker Lüftung war demnach ein ungemein constanter. Dabei übertraf der Kohlensäuregehalt des betreffenden

Raumes denjenigen der Luft im Freien — das Haus liegt an der äussersten Grenze der Stadt — nur um etwa 1 ‰₀₀, der Gehalt an organischer Materie den mittleren Gehalt der freien Luft an letzterer dagegen um mehr als das Dreifache.

Durch den etwa zehnstündigen Aufenthalt zweier Erwachsenen und eines 10 jährigen Kindes stieg der Kohlensäuregehalt um das 2½ fache, der Gehalt an organischer Substanz fast um den gleichen Werth. Hier treffen wir also eine Harmonie des Ansteigens beider Verunreinigungen der Luft, während wir dieselbe bei der Untersuchung der Aussenluft und der Kellerluft vermissten.

Die Luft in einem Auditorium.

Während des Wintersemesters 1887/88 ist die Luft in dem Auditorium des bisherigen hygienischen Institutes zu wiederholten Malen auf Kohlensäure und organische Substanz geprüft worden. Dies Auditorium hat einen Luftraum von nur 240 cbm, vier grosse und hohe Fenster, zwei fein durchbrochene Lüftungsscheiben, die während der Vorlesungen offen standen und einen Abzugskanal für verbrauchte Luft. Besetzt war es an den Versuchstagen mit 10, bzw. 22 Studierenden. Die Vorlesungsstunden fielen auf den Nachmittag. Ich fand nun an fünf Vormittagen, während ich ganz allein anwesend war, in demselben Auditorium

			Kalipermanganatlösung
1.	5,00 ‰₀₀ CO_2	und verbrauchte auf 10 l Luft =	1,48 ccm
2.	4,98	do.	1,39
3.	5,21	do.	1,60
4.	5,24	do.	1,55
5.	5,03	do.	1,44

Nach einer einstündigen Vorlesung, an welcher zehn Studierende theilgenommen hatten, fand ich

			Kalipermanganatlösung
1.	12,48 ‰₀₀ CO_2	und verbrauchte auf 10 l Luft =	2,90 ccm
2.	13,00	do.	3,21

Nach Ablauf von zwei Vorlesungen, an deren erster 22, deren zweiter zehn Studierende theilgenommen hatten, zwischen

denen aber die Thür und ein Fenster eine Viertelstunde geöffnet gewesen war, fand ich

		Kalipermanganatlösung
1. 23,12 ‰₀ CO_2	und verbrauchte auf 10 l Luft	= 6,10 ccm
2. 21,28	do.	6,00 „

Auch hier zeigte sich also eine Harmonie des Ansteigens von Kohlensäure und organischer Materie, obschon nicht so auffallend, wie bei der Prüfung der Schlafzimmerluft. In letzterer kam = 1 ‰₀ CO_2 auf ca. 1,86 bis 2,00 Vol.-Theile Sauerstoffverbrauch pro 1 Million Vol.-Theile, ferner in der Luft des nicht besetzten Auditoriums = 1 ‰₀ CO_2 auf ca. 2 Vol.-Theile Sauerstoffverbrauch pro 1 Million Vol.-Theile und in der Luft des besetzt gewesenen Auditoriums = 1 ‰₀ CO_2 auf ca. 1,73 Vol.-Theile Sauerstoffverbrauch pro 1 Million Vol.-Theile.

Es stieg danach in dem besetzten Auditorium der Kohlensäuregehalt der Luft relativ etwas mehr, als der Gehalt an organischer Materie, eine Thatsache, welche bereits in der Schlafzimmerluft, wenn schon weniger scharf, zur Beobachtung gelangte. Denn dort hob sich, wie gesagt, der Kohlensäuregehalt um das 2½ fache, der Gehalt an organischer Materie nicht ganz um ebensoviel. Im allgemeinen scheint aber in bewohnten Räumen der über dem Souterrain gelegenen Stockwerke eine fast gleichmässige Steigerung des Gehaltes an Kohlensäure und an oxydabler organischer Substanz stattzufinden.

Als generellen Maassstab für die Stärke der Verunreinigung von Luft möchte ich nach allem Vorgetragenen den Gehalt der letzteren an Kohlensäure nicht mehr betrachten. Viel richtiger erscheint es, als Index für die Verunreinigung die Menge der oxydablen organischen Materie, bzw. die Menge des zu ihrer Oxydation erforderlichen Sauerstoffs anzusehen. Ich würde vorschlagen, eine Luft als nicht mehr rein zu erklären, wenn auf 1 Million Volumtheile derselben mehr als 12 Volumtheile Sauerstoff zur Oxydation erforderlich sind. Das ist ein Verhältnis, bei welchem der normale Geruchssinn eben die Anwesenheit unangenehmer Riechstoffe in der Luft wahrzunehmen vermag. Nur für die Kanalluft möchte ich diese Norm nicht als gültig betrachten.

Die Luft in Hauskanälen.

Angesichts der Thatsache, dass die Frage, ob die Kanalluft gesundheitsschädlich wirken kann, noch keineswegs befriedigend gelöst ist, schien es mir am Platze, eine solche Luft auf ihren Gehalt an Kohlensäure, an Ammoniak, an Schwefelwasserstoff und Schwefelammonium, an organischer Substanz und an Keimen zu untersuchen. Ich habe dies ausgeführt vom October 1886 bis zum Schlusse des Jahres 1887, indem ich allmonatlich eine Prüfung vornahm. Entnommen wurde die Luft nicht einem der grossen Sammelkanäle unserer Stadt, sondern absichtlich einem Hauskanale, welcher notorisch oftmals in wahrnehmbarer Weise Luft an das Innere des betreffenden Hauses abgab. Die Vorkehrungen, um die Versuche auszuführen, waren sehr einfache. Das Haus hat nämlich, wie sehr viele andere zu Rostock, in seinem Souterrain eine kleine, verschliessbare Kumme, in welche der Hauskanal einmündet und aus welcher an der entgegengesetzten Wand der Kanal hervorgeht, welcher vom Hause nach dem Strassensiele führt. In dieser Kumme stand das Schmutzwasser verschieden hoch, doch allemal so, dass wenigstens ein Theil des Umfanges der Hauskanaleinmündung freilag, die tiefer gelegene Oeffnung des zum Strassensiel führenden Kanales aber niemals sichtbar wurde. Zum Verschlusse der oberen Oeffnung diente eine vortrefflich passende, mit Oelanstrich versehene Platte, in der eine runde, durch Gummikork verschliessbare, kleine Oeffnung angebracht war. Aus letzterer wurde Luft entnommen, nachdem die Platte wenigstens zwölf Stunden völlig unberührt geblieben war. Es geschah die Entnahme nach Einsetzung eines durchbohrten Gummikorkes unter Anwendung einer Aspirator-Flasche von 4 l Gehalt und eines Glasrohres, welches 5 bis 10 cm tief in die Luft der Kumme hinabragte. Auf diese Weise war ich sicher, nahezu ausschliesslich Kanalluft zu bekommen und zwar aus der Kumme und dem angrenzenden Theile des Hauskanales, dessen oberer Umfang ja stets frei in jene Kumme hineinragte. Um die Luft auf die Arten der Keime zu prüfen, führte ich kleine mit erstarrter

steriler Gelatine beschickte Glasschälchen in die Kumme ein, an deren einer Wand ich eine kleine Vorrichtung zum Aufstellen angebracht hatte. Diese Schälchen blieben eine halbe Stunde in der Cloakenluft und wurden dann sofort in eine feuchte Glaskammer eingelegt. Zur Entnahme von Luft, welche auf die Anzahl der Keime untersucht werden sollte, waren andere Maassnahmen nöthig. Ich nahm ein mit zerkleinerter Glaswolle in 2,5 cm tiefer Schicht gefülltes Glasrohr, schob es durch einen Gummikork, schloss es vorn mit Watte, versah es hinten mit einem Gummischlauch, der an seinem anderen Ende mit Watte geschlossen war, sterilisirte diese Theile lange in strömendem Wasserdampf und führte unmittelbar vor dem Beginne des Versuchs nach Entfernung der Watteverschlüsse das Glasrohr mit dem Kork in die Oeffnung der Platte, während ich den Schlauch mit einem Aspirator in Verbindung brachte. Zu den Bestimmungen der Kohlensäure adspirirte ich 4 l, zu den Bestimmungen des Ammoniaks, der organischen Substanz und der Keime je 10 l.

Die Ergebnisse waren folgende:

1. bezüglich des Kohlensäuregehaltes. Dieser betrug am

15. October	1886	=	9,68 ‰
16. November	„	=	9,10
15. December	„	=	6,82
15. Januar	1887	=	6,33
15. Februar	„	=	7,15
16. März	„	=	9,60
15. April	„	=	10,35
16. Mai	„	=	12,96
15. Juni	„	=	17,10
15. Juli	„	=	19,88
14. August	„	=	18,17
15. October	„	=	10,62 [1])
15. November	„	=	9,77
15. December	„	=	7,08

1) Im September 1887 war ich verreist.

Es schwankte also der Kohlensäuregehalt innerhalb verhältnismässig nicht sehr weiter Grenzen, von 6,33 bis 19,88 ‰. Fischer[1]) ermittelte als Minimum 9 ‰, als Maximum 35,3 ‰; Carnelley und Haldane[2]) fanden in den Kanälen unter dem Parlamentsgebäude zu London nur 4,2 bis 8,9 Theile auf 10000 Theile, in den Dundee-Sewers ebendort dagegen 6,7 bis 39 auf 10000 Theile und J. Arnould[3]) notirte den Kohlensäuregehalt der Kanalluft zu Paddington mit 5,1 ‰, zu London mit 5,2 ‰, zu München mit 3,1 ‰. Es geht aus diesen Ziffern hervor, dass erhebliche Differenzen vorkommen; dieselben dürften wesentlich auf die Verschiedenheit der Zusammensetzung des Schmutzwassers, der Lüftung des Sielnetzes und der Temperatur zurückzuführen sein, bei welcher die Versuche unternommen wurden. Dass speciell dieser letztbezeichnete Factor von grösstem Einflusse ist, zeigen meine Ziffern aufs deutlichste. In den kalten Monaten war der Kohlensäuregehalt am niedrigsten, in den heissen am höchsten. Das Minimum fiel auf den Januar, das Maximum auf den Juli, während das Mittel etwa auf den April und den October kam.

2. Bezüglich des Ammoniakgehaltes. Dieser war am

15. October 1886	. . .	Spuren
15. Januar 1887	. . .	Spuren
16. März „	. . .	0,10 mg in 10 l
16. Mai „	. . .	0,35 do.
15. Juni „	. . .	0,60 do.
15. Juli „	. . .	0,55 do.
14. August „	. . .	0,15 do.
15. October „	. . .	0,20 do.
	Durchschnitt:	0,25 mg in 10 l

Der Ammoniakgehalt schwankte hiernach nicht unbedeutend. Auch er war am niedrigsten in den kühleren, am

1) Fischer, Dingler's polyt. Journal 1883 S. 501.

2) Carnelley and Haldane, Proc. of the roy. soc. of London. Vol. 42 S. 501.

3) J. Arnould, Egouts, im Diction. encyclop. des sciences médic.

höchsten in den warmen Monaten. Aber er zeigte doch keine solche besimmte Abhängigkeit von der Temperatur, wie der Kohlensäuregehalt. Denn das Maximum fiel auf den Juni, und der Monat August wies kaum einen höheren Ammoniakgehalt, als der März, einen wesentlich niedrigeren, als der Monat Mai auf. Im allgemeinen aber entsprach er etwa den auch von Anderen angegebenen Werthen.

3. Bezüglich des Schwefelwasserstoff- und Schwefelammoniumgehaltes.

Zu keiner Zeit liess sich Schwefelwasserstoff oder Schwefelammonium auch nur spurenweise in der Luft der Kumme nachweisen. Es hängt dies wohl damit zusammen, dass Fäcalien in die Kanäle nicht eingeleitet werden dürfen und speciell in dem betreffenden Hause mit Bestimmtheit nicht eingeleitet wurden.

4. Bezüglich des Gehaltes an organischer Substanz

Es wurden verbraucht an Kalipermanganatlösung (0,395 : 1000) auf 10 l der Kanalluft am

15. October 1886	1,10 ccm
15. Januar 1887	1,30
15. Februar „	0,95
16. März „	1,60
15. April „	1,45
16. Mai „	1,32
15. Juni „	1,25
15. Juli „	1,50
14. August „	1,60
15. October „	1,10
15. November „	1,25
15. December „	1,18
im Mittel	1,24 ccm.

Die Schwankungen in dem Gehalte der Kanalluft an oxydabler organischer Substanz waren nach diesen Ziffern gar nicht sehr beträchtlich, der Gehalt selbst ebenfalls kein besonders hoher. Berechnet man die Menge des zur Oxydation verbrauchten Sauerstoffs, so erhält man

als Minimum . .	6,65 Vol.-Theile O auf 1 Million Vol.-Theile und	
als Maximum . .	11,20	do.
als Mittel . . .	8,68	do.

Dieser relativ nicht sehr hohe Gehalt an oxydabler organischer Substanz hängt jedenfalls damit zusammen, dass die Kanalluft Staubtheilchen nur in unbedeutender Menge enthält.

Eine Abhängigkeit der Menge von der Temperatur liess sich nicht erkennen. Auch fehlte eine Congruenz mit der Menge der Kohlensäure.

So weit mir bekannt geworden ist, haben vor mir nur Carnelley und Haldane[1]) Untersuchungen über den Gehalt der Kanalluft an organischer Materie angestellt. Sie fanden, dass auf 1 Million Vol.-Theile dieser Luft verbraucht wurden

	Vol.-Theile O
in den Sielen unter dem Parlamentsgebäude zu London	2,5 bis 9,5
in den Dundee-Sewers zu London	3,2 „ 12,7

Die niedrigsten Werthe erhielten sie in den Parlamentssielen gleich nach Einführung einer besseren Ventilation dieser Siele. Dass sie überhaupt geringere Ziffern als ich bekamen, dürfte sich erstens aus dem Umstande, dass die Londoner Siele viel besser als die unsrigen ventilirt sind, zweitens daraus erklären, dass die von jenen Autoren angewandte Methode (siehe oben bei Carnelley) zweifellos nicht alle oxydable Materie zur Oxydation bringt, weil die Bestimmung der verbrauchten Menge Kalipermanganat zu rasch erfolgt.

5. Bezüglich des Gehaltes an Keimen.

In 10 l der Kanalluft fand ich am

15. December	1886	= 1 Keim
16. März	1887	= 4 Keime
15. April	„	= 5 „
16. Mai	„	= 0 „
15. Juni	„	= 1 „
15. Juli	„	= 8 „

1) Carnelley and Haldane in Proc. of the royal society of London. Vol. 42 p. 501 ff.

14. August	1887	= 4	Keime
15. October	„	= 1	„
15. December	„	= 2	„
	im Mittel	= 3	Keime.

Der Gehalt an Keimen wechselte also recht erheblich, von 0 zu 8 in 10 l, war aber im allgemeinen keineswegs hoch, wenn man ihn vergleicht mit dem Gehalte der Aussenluft und der Binnenluft an Keimen. Mein Ergebnis stimmt wiederum nicht zu demjenigen Carnelley's und Haldane's, welche in

	Keime auf 1 l
den Sielen unter dem Parlamentsgebäude zu London	= 1 bis 13
nach besserer Ventilation	= 4 „ 38
Dundee-Sewers zu London	= 2 „ 5

fanden und im Mittel auf 1 l Kanalluft 7 Keime, also vierundzwanzigmal mehr wie ich zählten. Möglicherweise hängt der grössere Gehalt der Londoner Siele ebenfalls damit zusammen, dass sie besser ventilirt sind; denn durch den stärkeren Luftwechsel findet eine ausgiebigere Trocknung der befeuchtet gewesenen Wände und eine leichtere Losreissung von Mikroben statt. Vielleicht ist aber auch der an sich grössere Gehalt der Londoner Stadtluft an Keimen von Einfluss gewesen. Denn die Autoren versichern, dass der erheblichere Theil der Kanalluft-Mikroben denjenigen glich, welche in der Londoner Stadtluft sich finden.

Was die Arten der Mikroorganismen betrifft, welche ich in der Hauskanalluft constatirte, so waren sie sehr verschieden. Das eine Mal prävalirten Schimmelpilze, das andere Mal Spaltpilze, und unter letzteren bald die verflüssigenden, bald die nicht-verflüssigenden; nur Hefenpilze habe ich allemal in sehr sparsamer Zahl vorgefunden.

Von den Schimmelpilzen beobachtete ich sowohl Mucorineen als Aspergillen, namentlich Mucor mucedo und rhizopodiformis, Aspergillus glaucus, fumigatus und flavescens, von den Spaltpilzen fast constant den Bacillus subtilis, Proteus vulgaris, den Micrococcus candicans, sowie den Bacillus butyricus, weniger constant Bacillus megaterium, den grüngelben Bacillus liquefaciens,

den Bacillus fluorescens. Mehrere Male fand ich einen Coccobacillus, der noch nicht beschrieben wurde, der auf Gelatine kleine, weisse, allmählich schwachgelblich werdende, oberflächliche Plaques erzeugte, sehr langsam wuchs, nicht verflüssigte, bei Stichculturen längs des Stiches nur sehr wenig, mehr an der Oberfläche sich entwickelte und lediglich hier eine wachsgelbe Farbe annahm. Ferner fand ich einen dem Eberth'schen Bacillus morphologisch täuschend ähnlichen Pilz, welcher auf der Oberfläche der Gelatine rundliche, weisslichgraue, reifähnliche Plaques erzeugte, hier nur mässig schnell wucherte, in Stichculturen längs des Stiches derartig wuchs, dass der Rand gezähnelt erschien, und nach Ablauf des vierten Tages an der Oberfläche Verflüssigung hervortrat, der also schon hierdurch sich als von dem Eberth'schen Bacillus verschieden erwies. Ich fand auch noch einen Bacillus, welcher etwa dreimal so lang, als breit, auf Gelatine kleine, weisse, rundliche, äusserst langsam wachsende Colonien erzeugte, in Stichculturen sich dem Friedländer'schen Pneumoniebacillus ähnlich entwickelte, aber auf der Oberfläche des Stiches keine nagelförmige Ausbreitung zeigte.

Von pathogenen Mikroorganismen habe ich nur zweimal, nämlich am 14. August und am 15. October 1887 den Staphylococcus pyogenes aureus constatirt. Die Coccen waren völlig rundlich und entwickelten in Gelatine kleine, rundliche Colonien, die sehr bald verflüssigten und in der Mitte orangegelbe Farbe annahmen. Uebertrug ich sie auf schräg erstarrter Agar-Agar, so entwickelte sich längs des Impfstriches eine glänzende, stark orangegelbe Pilzausbreitung. Weitere pathogene Mikroorganismen sind mir bei den zahlreichen Untersuchungen nicht vorgekommen.

Nach Mittheilung dieses Ergebnisses meiner Studien über die Kanalluft gestatte ich mir, in Kürze auf eine Besprechung der Frage einzugehen, ob die Einathmung solcher Luft gesundheitsschädlich sein und insbesondere, ob sie Infectionskrankheiten erzeugen kann. Bekanntlich sind fast alle englischen und die meisten nordamerikanischen Aerzte und Hygieniker der bestimmten Ansicht, dass das »sewer gas« infectiöse Krankheiten, wie Typhus abdominalis, Enteritis acuta

und Diphtheritis, selbst Scharlach hervorzurufen im Stande sei. Doch muss man zugestehen, dass von ihnen schlagende Argumente für ihre Auffassung nicht vorgebracht sind. Selbst Buchanan's viel citirter Bericht über die Typhusepidemie zu Croydon 1875, welche durch das Ausströmen von »sewer gas« in die Häuser entstanden sein sollte, enthält keinerlei Beweise dafür. Auch der jüngst publicirte Vortrag J. M. Wilsons über eine Epidemie von Diarrhöe, die in der Stadt Selby während des April 1886 ausbrach und die er auf eben jene Luft zurückführte, bringt viele interessante Data, aber keine thatsächlichen Beweise.

Eine andere Sache ist freilich die, ob man ein Recht hat, diese zahlreichen Beobachtungen tüchtiger Aerzte über eine vermeintliche Infectiosität des »sewer gas« deshalb zu ignoriren, weil keine wirklichen Beweise für dieselbe vorgebracht werden konnten. Ich glaube, wir haben sogar die dringende Verpflichtung, solche Beobachtungen zu sammeln, zu sichten und zu prüfen. Als früher die ersten Mittheilungen englischer Aerzte über die Uebertragung des Typhusvirus durch Milch zu uns gelangten, wurden sie auch ignorirt, weil sie nichts Beweisendes enthielten. Es hat sich aber herausgestellt, dass eine derartige Uebertragung nicht bloss möglich ist, sondern thatsächlich oft stattgehabt hat.

Im übrigen habe ich selbst Beobachtungen gemacht, welche die Angaben der englischen Aerzte zu stützen geeignet sind. Vor ca. drei Jahren erkrankte in einem neuen, anscheinend völlig salubren, geräumigen, der Sonne von allen Seiten ausgesetzten Hause der Steinthorvorstadt zu Rostock die Frau des Professor Kr. unter Symptomen, welche vollkommen denjenigen der Malaria glichen, mit Milzanschwellung verbunden waren, auf reichliche Mengen Chinin nachliessen, aber stets aufs neue sich wieder einstellten. Die betreffende Dame hatte früher niemals an Malaria gelitten; in Rostock selbst kommt diese Krankheit sonst nicht vor; die Gegend, in der das bezeichnete Haus liegt, ist sehr gesund, — ich selbst wohne in unmittelbarer Nähe seit elf Jahren und kann deshalb ein solches Urtheil wohl abgeben —, und endlich war die Jahreszeit (Frühling) eine der Malaria-Entwickelung vom Boden her sehr ungünstige. Da nun jene Dame die Krankheit gleich nach

dem Einzug in das Haus bekommen hatte, so lag der Verdacht sehr nahe, dass die Beschaffenheit des letzteren mit dem Auftreten des Leidens in ursächlichem Zusammenhang stand. Nun war dasselbe zwar neu, aber absolut trocken. Das Einzige, was sich bei der Untersuchung herausstellte, und worüber auch die betreffende Familie stets klagte, war ein starker Geruch nach Kanalluft. Dieselbe drang infolge mangelhafter Anlage der Hausleitung namentlich aus der oberen Oeffnung des in dem ersten Stockwerk gelegenen Rohres oftmals so penetrant hervor, dass man es in der Nähe nicht aushalten konnte. Eine erste Abänderung brachte keinen wesentlichen Nutzen, und erst später gelang es, den Uebelstand zu beseitigen. Damit schwand aber auch das bis dahin, wie gesagt, sehr hartnäckige Leiden der Frau.

Gleichzeitig erkrankten in der unmittelbaren Nachbarschaft dieses Hauses noch andere Personen unter den gleichen Symptomen. Doch kann ich dies nur referiren, da ich keine Gelegenheit hatte, die betreffenden Patienten und deren Wohnungen zu sehen. Es sei nur bemerkt, dass die Kanäle in letzteren demselben Strassensiel angeschlossen und die Häuser, so viel ich weiss, auch von dem nämlichen Baumeister erbaut waren.

Ich kenne ferner ein Haus in hiesiger Stadt, welches längere Zeit von Diphtheritis schwer heimgesucht wurde. Zuerst erkrankte in demselben ein Säugling dreimal hintereinander an den schwersten Formen jenes Leidens, fast gleichzeitig die Mutter desselben, während der Vater, damals Hauptmann im hiesigen 90. Infanterieregimente, mehrfach von einfacher Angina befallen wurde. Als diese Krankheiten sich immer wiederholten, auch bei einem anderen Kinde diphtheritische Angina auftrat und inzwischen die wahrscheinliche Ursache der Hausepidemie erkannt war, so verliess die Mutter mit den Kindern auf mehrere Monate die Wohnung. Während der ganzen Zeit blieben sie völlig gesund. Als die Familie dann ein anderes Haus miethete, und in ihre bisherige Wohnung nach einem Intervall von, irre ich nicht, sechs Monaten der Professor Dr. Kr. einzog, erkrankte auch er sehr bald an einer ungemein heftigen Diphtheritis gangraenosa. Derselbe hat weder vorher, noch nachher an irgend einer Form dieser Krankheit

gelitten. Bemerkenswerth ist nur, dass er in dem nämlichen Zimmer schlief, in welchem auch die Frau des Hauptmanns mit dem Säugling geschlafen hatte. Dieses Zimmer zeigte in der einen Wand einen von oben nach unten verlaufenden Schmutzstreifen von fast 1 Fuss Breite. Derselbe rührte davon her, dass längere Zeit aus den Eimern des eine Etage höher gelegenen Abortes jauchige Massen in erheblicher Menge herausgelaufen und nach abwärts in die aus getrockneten Lehmsteinen hergestellte Wand gesickert waren. In der Nähe der missfarbigen Stelle liess sich deutlich ein übler Geruch wahrnehmen. Ich habe nun die Vermuthung, dass das Auftreten der Diphtheritis mit diesem Uebelstande in ursächlichem Zusammenhange stand, weil sie so vorzugsweise bei den Insassen des einen Zimmers sich kundgab, weil der immer aufs neue befallene Säugling und die Mutter gerade an der Stelle schliefen, wo der Schmutzstreifen sich befand, und weil ein anderer Grund schlechterdings nicht auffindbar war, namentlich nach allen Erkundigungen das Zimmer nicht als von einer früheren Diphtheritis her inficirt angesehen werden konnte. Nun lag hier zwar keine Einathmung von eigentlichem Kanalgas vor; aber es gingen von dem Schmutzstreifen doch putride Emanationen aus, welche zweifellos jenem Gase sehr ähnlich waren, und deshalb hielt ich es für angebracht, den Fall hier zu erwähnen.

Jedermann wird zugeben, dass Beobachtungen solcher Art wenigstens den Verdacht erregen können, das Auftreten der fraglichen Krankheiten sei in irgend einer Weise von der Einathmung putrider Gase abhängig gewesen. Es ist ohnehin nicht mehr zu bezweifeln, dass die Fäulnis eine Hilfsursache für Infectionskrankheiten ist. Hueppe[1]) hat dies auf der letzten Versammlung deutscher Naturforscher sehr eingehend besprochen und zu beweisen gesucht. Er hob dabei mit Recht hervor, dass die Fäulnis schwächend wirkt, und dass der geschwächte Körper, bzw. das geschwächte Gewebe der Infection mit specifischen Krankheitserregern einen geringeren Widerstand entgegensetzt.

1) Hueppe, Ueber die Beziehungen der Fäulnis zu den Infectionskrankheiten. Vortrag.

Mag das schwächende Agens, das organische Toxin, »von den Lungen als Fäulnis-, Cloaken-, Gefängnis- oder Wohnungsgas oder in Lösung vom Darm oder von Wunden aus zur Wirkung kommen«, allemal schafft es eine grössere Disposition für die eigentliche Infection mit einem specifischen Virus. Ich stimme mit diesen Ausführungen Hueppe's vollkommen überein und halte es dem entsprechend für recht wohl möglich, dass die Einathmung von Kanalgas, wenn sie eine anhaltende ist und das Kanalgas concentrirt zur Wirkung gelangt, die Entstehung einer Infectionskrankheit befördert.

Vielleicht ist es aber auch gar nicht einmal unmöglich, dass mit dem Kanalgase den Menschen geradezu infectiöse Keime zugeführt werden. Zwar unterliegt es keinem Zweifel, dass Feuchtigkeit dieselben fixirt, dass erst nach dem Austrocknen von Flüssigkeit sich die Möglichkeit eines Uebertrittes von Keimen in die Luft eröffnet. In den grossen wie in den kleinen Kanälen hat nun aber bekanntlich die Flüssigkeit kein stets gleiches Niveau. Das letztere wechselt vielmehr oft erheblich. Bei starken Regengüssen ist z. B. das ganze Lumen erfüllt, und hinterher sinkt das Flüssigkeitsniveau wieder, um in manchen Kanälen sich nur wenig über der Sohle zu halten. In den senkrecht oder fast senkrecht verlaufenden Theilen der Hausrohre finden wir selbstverständlich in der Regel keine nennenswerthen Mengen von Flüssigkeit, während sie doch ab und zu zweifellos ganz mit derselben erfüllt sind. Es liegt nun auf der Hand, dass in allen diesen Kanälen die Möglichkeit einer zeitweisen Trocknung gewisser Partien besteht, und dass bei stärkeren Luftströmungen eine Losreissung ungetrockneter Theilchen stattfinden kann. So erklärt es sich, weshalb in der aus Kanälen adspirirten Luft mitunter ziemlich viele Keime, mitunter aber auch keine gefunden werden, weshalb unter den Keimen auch solche sich zeigen, welche in der Aussenluft nicht beobachtet werden, und weshalb Carnelley und Haldane in der Luft der Siele unter dem Parlamentsgebäude zu London nach besserer Ventilation desselben dreimal mehr Keime constatirten, als vorher. (Siehe oben die betreffenden Ziffern.) Wenn aber überhaupt Keime der

Kanalluft sich beimengen, so können dies auch pathogene sein. Wir wissen ja, dass die letzteren keineswegs alle nothwendig bei Fäulnis zu Grunde gehen. Ueberdies ist es mir thatsächlich gelungen, wenn auch nicht gerade Eberth'sche Bacillen oder Löffler'sche Diphtheritisbacillen, so doch den pathogenen Staphylococcus in der Kanalluft aufzufinden.

Zum Schlusse fasse ich die Hauptergebnisse dieser Untersuchungen in folgenden Sätzen zusammen:

1. Der Kohlensäuregehalt der Luft des freien Feldes beträgt bei Rostock im Durchschnitt 3,18 ‱. Er ist höher bei herrschenden Landwinden und höher bei Nebel.
2. Der Gehalt der Luft des freien Feldes an organischer Substanz entspricht einem durchschnittlichen Verbrauche von 2,71 Volumtheilen O auf 1 Million Volumtheile Luft, schwankt aber sehr bedeutend und ist stets wesentlich verringert nach anhaltendem Regen.
3. Der Gehalt der Ostseeküstenluft bei Warnemünde an organischer Substanz ist im Durchschnitt um das Dreifache geringer, als derjenige der Luft des freien Feldes etwa 12 km von der Küste entfernt.
4. Der Gehalt der Luft des von drei Seiten umschlossenen Universitätshofes zu Rostock an Kohlensäure und an organischer Substanz ist grösser, als derjenige der Luft des freien Feldes, an ersterer durchschnittlich um 1/10, an letzterer durchschnittlich um 1/8.
5. Der Gehalt der Luft auch sehr ausgiebig gelüfteter Zimmer salubrer Häuser an Kohlensäure und organischer Substanz ist stets merklich grösser, als derjenige der Luft des freien Feldes.
6. Der Gehalt der Luft des freien Feldes bei Rostock an Keimen beträgt im Mittel 250 : 1 cbm, der des Universitätshofes im Mittel 450 : 1 cbm, der der Seeküste im Mittel 100 : 1 cbm, ist entschieden geringer nach andauerndem Regen, grösser bei Nebel, grösser bei trockenen Landwinden.

7. Die Luft von Kellerräumen, welche gegen den Untergrund nicht durch eine impermeable Schicht abgeschlossen sind, ist wesentlich feuchter, wesentlich reicher an Kohlensäure und auch reicher an oxydabler, organischer, namentlich gasförmiger Substanz, als die Luft in den Zimmern höherer Etagen.

7. Der Kohlensäuregehalt der Luft solcher Kellerräume ist in hohem Maasse abhängig von barometrischen Schwankungen, steigt mit abnehmendem, fällt mit steigendem Luftdrucke.

8. In der Kellerluft prävaliren von Mikroorganismen die Schimmelpilze.

9. Die Luft von Hauskanälen ist wesentlich reicher an Kohlensäure, aber nur etwas reicher an organischer Substanz, als die Luft gut ventilirter Binnenräume, enthält relativ nur wenige Mikroorganismen, ist aber selten ganz frei von diesen.

10. Eine Harmonie in dem Kohlensäuregehalte und dem Gehalte an organischer Substanz zeigt nur die Luft von Binnenräumen oberhalb des Souterrains.

11. Es ist am richtigsten den Gehalt der Luft an organischer Substanz als Index des Grades der Verunreinigung zu betrachten.

12. Eine Luft ist als unrein zu bezeichnen, wenn sie so viel oxydable organische Substanz enthält, dass auf 1 Million Volumtheile 12 und mehr Volumtheile Sauerstoff verbraucht werden.

Ein weiterer Aufsatz wird sich mit den Ergebnissen der Untersuchung von Luft auf »Toxine« befassen und damit die nothwendige Ergänzung zu dem vorliegenden bringen.

Bemerkungen über eine kleine Pockenepidemie in Stockholm während des Jahres 1884.

Von

Dr. R. Wawrinsky,
Gesundheits-Inspector in Stockholm.

Im Zeitraume von 1876—1883 sind in Stockholm sporadische Pockenerkrankungen jährlich vorgekommen, die aber niemals eine Epidemie herbeigeführt haben. So kamen auch in den ersten Monaten von 1884 einzelne Fälle dieser Krankheit vor, welche von der Stadt »Malmö« (in Süd-Schweden) zu wiederholten Malen eingeschleppt wurden, deren Weiterverbreitung aber jedesmal durch strenge Isolirung der Kranken und eine der Situation völlig entsprechende Desinfection der Zimmer, Utensilien u. s. w. verhindert werden konnte.

Im Monat Mai 1884 erkrankten wieder einige Kinder an den Pocken. Diese Erkrankungen hätten sich beinahe zu einer verhängnisvollen Epidemie entwickelt, weil die Eltern der Patienten den sie betroffenen Unfall geheim zu halten versuchten, so dass die Kranken sehr spät isolirt wurden und infolgedessen bald mehrere Personen inficirt waren. Bezüglich dieser Pockenfälle kommen einige interessante Momente vor, und gebe ich darum hier eine kurze Beschreibung über die glücklicherweise nur wenig umfangreiche Epidemie.

In einem kleinen Hause, Nr. 2, Lilla Skinnarviksgatan (siehe den Situationsplan Haus *A*), wohnte eine arme Familie, Vater, Mutter mit vier Kindern. Am 24. Mai erkrankte hier das älteste Kind an den Pocken. Um nicht gezwungen zu werden, den Knaben ins Lazareth zu senden, wollten die Eltern den Arzt nicht rufen, sondern liessen das Kind ohne ärztliche Pflege in

dem einzigen Zimmer, ja sogar im selben Bette wie die übrigen Kinder liegen.

Infolgedessen befiel die Krankheit auch zwei Geschwister auf einmal in den ersten Tagen vom Juni. Keines von diesen Kindern war vaccinirt. Das vierte Kind dagegen war, wie der Vater sich ausdrückte, »zufälligerweise« geimpft worden, es blieb die Zeit über ganz gesund.

Weil die Eltern der kranken Kinder den ganzen Tag vom Hause abwesend waren, hatten sie, nachdem das zweite Kind am 2. Juni erkrankt war, mit einer Nachbarin im Hause Nr. 1 derselben Strasse verabredet, dass sie die kleinen, eingeschlossenen Kinder mitunter besuchen sollte. Ich bemerke diess, weil diese Frau wahrscheinlich auf diese Weise Trägerin des Pockengiftes wurde; denn nach einer Incubationszeit von ungefähr zwölf Tagen erkrankten zwei ihrer eigenen Kinder an den Pocken, wie wir unten sehen werden.

Die Aetiologie des ersten Krankenfalles ist trotz aller Nachforschungen dunkel geblieben. Die Frage, wo das Kind inficirt worden ist, kann ich wenigstens nicht mit Bestimmtheit beantworten. Aller Wahrscheinlichkeit nach rührt die Krankheit doch aus derselben Quelle her, wie die früheren Pockenerkrankungen des Jahres. So viel ist nämlich ermittelt, dass am 13. oder 14. Mai ein Reisender aus Malmö die fragliche Familie besuchte und sein Reisegepäck, seinen Mantel u. dgl. ebendaselbst während mehrerer Stunden zurückliess. Die nachher erkrankten Kinder hatten mit den Effecten gespielt, namentlich die Kleider sehr viel umhergetragen. Allerdings soll der Reisende selbst von den Pocken nicht befallen gewesen sein, wohl aber ist es wahrscheinlich, dass er in Malmö, wo die Krankheit zu dieser Zeit sehr verbreitet war, mit Pockenkranken in Berührung gekommen war und so in seinen Kleidern das Pocken-Contagium mitgebracht habe. Der Zeitpunkt der ersten Erkrankung (am 24. Mai) stimmt mit dieser Annahme sehr gut überein.

Aus den bisher angeführten Gründen wurde es der Sanitätspolizei erst am 10. Juni bekannt, dass Blatternerkrankungen im Hause Nr. 2 Lilla Skinnarviksgatan aufgetreten seien. Eine genaue

Untersuchung wurde sofort angestellt, vor Allem aber selbstverständlich das zuerst angesteckte Haus aufgesucht. Es entrollte sich ein wahres Bild des Elends.

Fall 1—3[1]). In einer engen, niedrigen und dumpfen Stube lagen in einem Bette zusammen ohne Warte und Pflege drei kleine Jammergestalten. Den Sanitätsbeamten musste unter solchen Verhältnissen als erste Aufgabe erscheinen, die Kranken ins Spital zu bringen, weiter eine durchgreifende Evacuirung und Desinfection des durchseuchten Hauses ins Werk zu setzen und eine zwangsweise Vaccination bzw. Revaccination anzuordnen. Ausserdem wurde eine Visitation sämmtlicher Wohnhäuser in der Nachbarschaft unternommen, um feststellen zu können, ob vielleicht die Seuche auch anderswo vorhanden sei. Diese Hausuntersuchung ergab, dass ausser den drei oben erwähnten Fällen noch sechs Personen an den Blattern erkrankt waren.

Fall 4. Ein einjähriger Knabe, ungeimpft, war am 7. Juni krank geworden. Er wohnte in demselben Hause, wo die Krankheit zuerst entdeckt wurde. Zwischen den Leuten desselben Wohnhauses hat selbstverständlich ein lebhafter Verkehr bestanden. Die Ansteckungsquelle ist somit hier ganz deutlich; eine andere ist auch nicht aufzufinden gewesen.

Fall 5. In demselben Hause wurde noch ein zweiter Pockenfall angetroffen bei einer 37 jährigen Frau, welche zugibt, dass sie mit der Familie, wo die Krankheit zuerst ausbrach, sehr oft in Berührung gekommen sei.

Fall 6 ist die zehnjährige Tochter der oben erwähnten Frau welche über die zuerst erkrankten Kinder die Aufsicht gehabt hatte. Dass diese Frau den Pockenkeim in ihren Kleidern nach Hause getragen hat und bei dem regen Verkehr zwischen den beiden Häusern als Trägerin des Giftes gedient hat, ist mehr als wahrscheinlich.

Fall 7. Die 9 jährige Tochter derselben Frau erkrankte am 12. Juni, nur vier Tage später als ihre Schwester, was also für

1) Die Ziffern der Krankheitsfälle beziehen sich auf nachstehende Tabelle S. 258.

die Annahme spricht, dass sich Beide aus derselben Quelle angesteckt haben. Die Dauer der Incubationszeit ist in diesen beiden Fällen nicht mehr festzustellen, doch ist es ganz gewiss, dass die Incubation, vorausgesetzt, dass die obengenannte Infectionsquelle die richtige sei, nicht länger als auf zwölf Tage angeschlagen werden kann. Die beiden Pockenkranken, die auf dem Situationsplan im Hause *B* wiederzufinden sind, waren durch die Fahrlässigkeit der Eltern nie geimpft worden. Das jüngste Kind starb am 30. Juni im Spital.

Fall 8. Am 9. Juni erkrankte ein dreissigjähriger Schneider an den Blattern. Er wohnte im Hause Nr. 67 Hornsgatan, unweit der vorigen Häuser (siehe den Situationsplan Haus *C*). Eifrige Nachforschungen und weitgehende Nachfragen bei den Bekannten des Patienten sowie bei dem Kranken selbst ergaben absolut keine Anhaltspunkte für eine sichere Antwort der Frage, wo er inficirt worden sei. Er selbst sowie die früheren Erkrankten stellten es aufs Bestimmteste in Abrede, mit einander in Berührung gekommen zu sein, und behaupteten, sich vor ihrer Erkrankung nicht gekannt, noch irgend mit einander verkehrt zu haben. In Betreff der Ansteckungsquelle dieses Krankenfalles bin ich also gar nicht im Stande, eine Vermuthung auszusprechen.

Fall 9. Endlich wurde noch ein Krankheitsfall aus einem anderen ganz entfernten Stadttheile am 18. Juni angemeldet, welcher gewiss in Verbindung mit den früheren Erkrankungen gestellt werden kann. Der Mann, ein 22 jähriger Buchdrucker, arbeitete nämlich neben dem Vater (einem Typograph) der ersterkrankten Kinder, als diese noch zu Hause krank lagen; am 15. Juni zeigten sich die ersten Krankheitszeichen, was sehr wohl mit der Erklärung der Aetiologie des Falles stimmt. Keine andere Ansteckungsquelle hat sich für ihn übrigens ermitteln lassen.

Alle die bisher erwähnten Pockenkranken wurden in der Zeit vom 10. bis 18. Juni angetroffen und ins Spital transportirt, ihre Wohnungen evacuirt und mit den Sachen, Kleidern und Utensilien aufs strengste desinficirt, endlich wurde noch für eine ausgedehnte Vaccination und Revaccination gesorgt.

Fall 10. Durch diese Maassregeln hoffte man nun, die drohende Epidemie noch bezwingen zu können, was auch sehr nahe zu gelingen schien; denn bis Ende Juni trat weiterhin nur ein Krankheitsfall auf, nämlich ein zehnjähriges Mädchen aus demselben Wohnhause, von welchem der letzte der oben erwähnten Fälle abstammt. Auch dieser Krankheitsfall muss in Betreff der Infectionsquelle augenscheinlich zu derselben Kategorie wie alle die vorigen gerechnet werden. Das Mädchen erkrankte am 30. Juni und die Incubation muss also 12, höchstens 15 Tage gedauert haben.

Von nun an aber traten im Juli verschiedene Pockenfälle auf, ohne dass sich trotz aller Nachforschungen die Aetiologie derselben auffinden liess.

Fall 11. Die erste dieser Erkrankungen betrifft einen 26 jährigen Korkpfropfenmacher, der am 2. Juli an den Blattern erkrankte und am 5. Juli ins Lazareth geführt wurde. Er will weder mit einem der früher erkrankten Patienten bekannt sein, noch mit ihnen oder ihren Angehörigen irgendwo zusammengekommen sein; im Pockenspitale ist er nie gewesen, auch die Frage, ob er etwa eine der Krankenwärterinnen kenne, oder sonst mit dem Personale des Krankenhauses verkehrt habe, wird aufs Bestimmteste verneint. Die wiederholtesten Recherchen über diese letzte Frage, die ich hier wie in allen folgenden Fällen angestellt habe, lieferten dasselbe negative Resultat. Bezüglich des Wohnhauses des Kranken ist es vom Lazarethe weit entfernt; dagegen liegt seine Arbeitsstelle dem Krankenhause gerade gegenüber in einer Entfernung von ca. 50 m (siehe unten den Plan Haus *D* pag. 259).

Fall 12. Der nächste zugehende Fall ist ein 32 jähriger Gastwirth, der am 4. Juli in dem 170 m vom Krankenhause entfernt gelegenen Hause Nr. 74 *A* Hornsgatan (s. den Plan Haus *E*) erkrankte. Auch in diesem Falle war gar keine Möglichkeit, die Ansteckungsquelle aufzufinden. Berührung mit den vorigen Kranken oder Verkehr mit dem Krankenhause wird von allen Seiten verneint.

Fall 13. Am 8. Juli geht nun wieder ein Pockenfall von einem Nachbarhofe dem Lazarethe zu. Der Kranke, ein 26 jähriger

Tischler aus der Provinz, war am 15. Juni aus der Heimat gekommen. Die zu wiederholten Malen mit ihm angestellten Krankenexamina ergaben, dass weder in seiner Verwandtschaft, noch in seiner Bekanntschaft, noch überhaupt im ganzen Orte, während seines Aufenthaltes ein einziger Pockenfall aufgetreten sein soll. Wollte man dennoch annehmen, dass der Patient sich in der Heimat oder während der Reise inficirt habe, so wäre die Incubationszeit von 18 Tagen (er erkrankte am 4. Juli) eine der Erfahrung nicht entsprechende. Bei seiner Ankunft in Stockholm will er gar keinen Menschen gekannt haben; die Berührung mit einem der anderen Kranken oder mit dem Krankenhauspersonale stellt er aufs Bestimmteste in Abrede. Seit dem 17. Juni aber hat er in einer Werkstätte, die Wand an Wand mit dem Pockenspitalgebäude liegt, täglich gearbeitet (s. den Plan Haus *F*).

Fall 14, 15. Der jetzt am 9. Juli zugehende Patient, ein siebenjähriges Mädchen im Abschuppungsstadium, kommt nun wieder von einem der nächsten Häuser des Lazareths Nr. 92 Hornsgatan (s. den Plan Haus *G*). Von hier kommt auch am selben Tage ein zweites Mädchen, ein Jahr alt, wahrscheinlich vom ersteren angesteckt, weil zwischen diesen beiden Erkrankungen zehn Tage liegen, wozu kommt, dass das erste Kind öfters das kleinere auch während seiner Krankheit umherzutragen pflegte. Eine bestimmte Ansteckungsquelle ergab sich bezüglich des älteren Kindes nicht.

Fall 16. Am 9. Juli wurde auch ein dritter Pockenfall angetroffen, diesmal im Hause Nr. 96 und 98 Hornsgatan, welches in einer Entfernung von 150 m vom Krankenhause liegt (s. den Plan Haus *H*). Der Patient, ein ³/₄ jähriger Knabe, bekam am 8. Juli Fieber und wurde sofort in einer abgesonderten Abtheilung des Krankenhauses isolirt. Am dritten Tage war schon die Pockeneruption ganz deutlich. Eine nähere Aufklärung über die Aetiologie des Falles war auch hier ganz unmöglich zu bekommen.

Fall 17. Endlich wurde bei den jetzt täglich vorgenommenen Visitationen in den dem Krankenhause angrenzenden Häusern noch ein Kind an diesem Tage aufgefunden, das aller Wahr-

scheinlichkeit nach an den Blattern krank war; diese Wahrscheinlichkeitsdiagnose wurde auch in wenigen Tagen bestätigt. Der zwölfjährige Knabe wohnte in einem kleinen Hause, der Rückseite des Krankenhauses gerade gegenüber und nur durch die kaum 10 m breite Strasse von derselben getrennt (s. den Plan Haus *J*). Allerdings war seit dem Beginne der Epidemie in dem Theile des Lazareths, welcher nach dieser Strasse liegt, ein Observanzpatient gelegt worden; die Fenster aber, welche nach der Strasse sind, waren doch von der Zeit an immer geschlossen, inzwischen aber die Fenster nach dem Hofe offen gelassen. Der kranke Knabe pflegte öfters mit anderen Kindern auf der Strasse zu spielen, er verneint aber aufs Bestimmteste, er sei jemals mit dem Krankenpersonale in Berührung gekommen. Alle Nachforschungen, wo sonst er sich seine Erkrankung acquirirt haben könnte, sind resultatlos verlaufen.

Fall 18, 19. Am 10. Juli wurden zwei Pockenkranke bei der Sanitätspolizei angemeldet und ins Lazareth transportirt. Der eine, ein 26 jähriger Locomotivführer, wohnte in Nr. 88 Hornsgatan (s. den Plan Haus *K*), die andere, eine 35 jährige Frau, wiederum dem Krankenhause gegenüber, im Hause Nr. 59 Hornsgatan (Plan Haus *L*). Im ersten Falle lag das Wohnhaus in einer Entfernung von 60 m vom Lazareth, im zweiten war der Abstand 25 m. Alle Fragen, ob die Patienten in Berührung mit einem Pockenkranken oder in Verkehr mit Jemandem im Krankenhause gewesen seien, wurden ganz entschieden verneint.

Fall 20. Vom oben erwähnten Hause Nr. 88 Hornsgatan (s. den Plan Haus *K*) kommt nun am 14. Juli ein neuer Krankenfall, ein 13 jähriges Mädchen, das am 11. Juli an den Blattern erkrankte. Das Kind und der Locomotivführer wollen beide einander weder kennen, noch mit einander in irgendwelche Beziehung gekommen sein. Dennoch ist aber nicht die Möglichkeit ganz ausgeschlossen, dass sie mit einander, ohne dass einer von den beiden es wüsste, in Berührung gekommen sein können. Indessen würde die Incubation dann höchstens sieben Tage gedauert haben. Eine anderweitige Infectionsquelle ausserhalb des Wohnhauses war nicht aufzufinden.

Fall 21. Eine neue Erkrankung fand am 17. Juli statt, die ein sechsjähriges Mädchen betraf, das im Hause Nr. 74 *B* Hornsgatan wohnte, also gleich neben dem oben erwähnten Gastwirthe (s. den Plan Haus *M*). Dass eine Berührung zwischen den beiden Nachbaren stattgefunden haben kann, ist möglich, kaum aber wahrscheinlich, da die Patienten sich gar nicht kennen wollen. Die Eltern des Kindes sollen auch mit dem Gastwirthe in keine Beziehung gekommen sein. Ebensowenig wollen sie mit Jemandem der vorigen Kranken oder des Krankenhauspersonales bekannt, noch mit ihnen irgendwo zusammengekommen sein. Die Aetiologie ist also auch in diesem Falle dunkel geblieben. Sofern aber das Kind sich von der oben angegebenen Quelle aus inficirt habe, würde die Incubationszeit 10 bis 13 Tage gedauert haben, da der Gastwirth am 4. Juli erkrankte und am 7. Juli in das Lazareth gebracht wurde.

Fall 36 bis 38. Hier möchte ich im voraus bemerken, dass sowohl die Mutter wie zwei Brüder dieses letzten Patienten später an den Blattern krank wurden. Doch scheint es, als ob hier eine neue Infection von aussen erfolgt sei, da die zuerst zugehende Mutter am 3. August, d. h. 18 Tage nach der Aufnahme des Kindes ins Lazareth, erkrankte und eine so lange Incubationszeit aber unwahrscheinlich ist. Möglicherweise kann aber die Infection von den Krankenzimmern aus erfolgt sein. — Am 14. August erkrankte nun weiter der erste der zwei Knaben, am 16. August schon der zweite, ein halbes bzw. vier Jahre alt; alle Beide wurden zuerst am 21. August angetroffen und im Krankenhause aufgenommen. Die Krankenfälle waren bei allen dreien leicht, das Exanthem sehr unbedeutend.

Wie wir gesehen haben, sind alle diese Pockenerkrankungen ausschliesslich in den Häusern vorgekommen, die ganz in der Nähe des Pockenspitals liegen; sie sind aber auch um dieses Haus ringsherum vielfach aufgetreten. In übrigen Stadttheilen ist die Zeit über kein einziger Pockenfall vorgekommen. Dieser Sachverhalt musste selbstverständlich die Aufmerksamkeit der Sanitätsbehörden auf sich ziehen; und bald wurde es ihnen wahrscheinlich, dass das Krankenhaus selbst

in der einen oder anderen Weise die nächste Ursache dieser Erkrankungen sein müsste oder auf irgend eine Art die Ueberführung des Pockengiftes zu den in der Nähe wohnenden Personen vermittelte. Es erschien somit als eine zwingende Pflicht, die Kranken nach einem anderen, unbebauten Theil der Stadt wegzuführen, um die Epidemie noch möglichst zu verhindern, grössere Dimensionen anzunehmen. So geschah es auch, dass die Pockenpatienten am 22. Juli in eine eiligst erbaute Baracke gebracht werden konnten.

Der Erfolg war vollständig überraschend. In zwölf Tagen, d. h. ungefähr so lange, als die Dauer der Incubationszeit nach der allgemeinen Meinung höchstens beträgt, kamen freilich noch einzelne Fälle vor, indem die Erkrankung ohne unmittelbare Berührung eines Pockenkranken erfolgt war; nach dieser Frist hörten aber auf einmal die Blattern in diesem Stadttheile auf, mit Ausnahme von vier Patienten, welche sich von Pockenkranken in ihren Wohnungen direct inficirt hatten. Ausser den oben erwähnten drei letzten Kranken kamen nämlich folgende Pockenerkrankungen vor.

Fall 22, 23. Am 19. Juli erkrankte ein 29 jähriges Mädchen, das im Hause Nr. 53 Besvärsgatan, 110 m vom Krankenhause (s. den Plan Haus *N*) wohnte, und wurde am 22. Juli in die neue Krankenbaracke gebracht. Weder directe Berührung mit den vorigen Kranken noch irgend eine andere Ansteckungsquelle war trotz mehrfacher Recherchen aufzufinden. So soll es sich auch mit dem nachher am selben Tage zugehenden Erkrankungsfalle verhalten haben. Das zweijährige Mädchen war im Hause Nr. 59 Hornsgatan (s. den Plan Haus *L*) erkrankt. Trotz aller Versicherungen der Eltern ist aber doch die Möglichkeit vorhanden, dass hier die Ansteckung von der oben erwähnten Frau, die im selben Hause am 6. Juli erkrankte und am 10. Juli ins Lazareth geschafft wurde, erfolgt sei.

Fall 24. Am 24. Juli gehen wieder zwei Blatternpatienten zu. Der erste ist ein 21 jähriges Mädchen, das in einem vom Krankenhause weit entfernten Stadttheile wohnt. Auch hier sind wiederum dieselben negativen Erhebungsresultate. Es wird aber

festgestellt, dass sie in eben derselben Fabrik, wie der oben schon erwähnte Korkpfropfenmacher, dem Krankenhause also gerade gegenüber, arbeitet (s. den Plan Haus *D*). Eine Uebertragung von diesem Arbeiter auf die letztgenannte ist undenkbar, da in diesem Falle eine Incubationszeit von mindestens 17 Tagen angenommen werden muss.

Fall 25. Der zweite Fall ist die Frau des früher erkrankten Gastwirthes (siehe oben), und ist wohl hier die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, die Uebertragung der Krankheit vom Manne anzunehmen. Die Incubationszeit aber betrüge dann mindestens 13 Tage. Keine andere directe Ansteckungsquelle hat sich aber ergeben.

Fall 26. Wir kommen jetzt zu einigen Fällen, die sich aller Annahme nach aus ein und derselben Quelle herleiten, und zwar von dem kleinen einjährigen Kind im Hause Nr. 92 Hornsgatan (s. den Plan Haus *G*). Die Grossmutter des Kindes war am 9. Juli ins Spital gekommen, um den Enkel zu pflegen; die 58 jährige Frau, die als Kind vaccinirt, niemals aber revaccinirt war, wurde bei der Aufnahme geimpft und im separaten Zimmer mit dem Kinde isolirt. Dennoch erkrankte sie am 22. Juli an sehr schweren Blattern und starb am 3. August in der neu erbauten Krankenbaracke.

Fall 31. Die Mutter des kranken Kindes hatte sich sofort, als die alte Frau krank geworden war, ins Lazareth eingestellt, um ihr Kind selbst zu pflegen. Trotz aller Vorstellungen war sie davon nicht abzubringen; sie ging am 22. Juli dem Lazareth zu und erkrankte am 31. Juli.

Fall 33. Endlich wurde auch am 5. August ein kleiner, fünf Wochen alter Knabe, der Neffe der zuletzt genannten Patientin und vorher bei ihr wohnend, an den Blattern krank. In diesem Falle ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, die Uebertragung der Krankheit auf das kleine Kind von den im Krankenhause gepflegten Angehörigen anzunehmen. Selbstverständlich war nämlich bei den wiederholten Erkrankungen u. s. w. der Verkehr zwischen den beiden Häusern nicht ganz zu verhindern. Eine andere Infectionsquelle ist hier nicht aufzufinden gewesen.

Fall 27, 28. Am 26. Juli kommen wieder zwei Fälle von den Blattern zu. Der eine, ein 22 jähriger Schuhmacher, wohnt im Hause Nr. 57 *B* Besvärsgatan, nur 170 m vom Krankenhause entfernt (s. den Plan Haus *P*). Alle Nachforschungen, wo er sich seine Erkrankung acquirirt habe, blieben resultatlos. Verkehr mit dem Krankenhause wurde allerseits bestritten. — Der zweite Fall war ein 3 jähriger Knabe, Bruder des oben erwähnten ¾ jährigen Kindes vom Hause Nr. 96 und 98 Hornsgatan (Plan Haus *H*). Will man annehmen, dass die Infection vom letzteren ausgegangen sei, was auch rücksichtlich aller Umstände möglich ist, so muss hier eine Incubation von mindestens 13 Tagen angenommen werden. Der Knabe wurde bei der Erkrankung des Bruders sogleich geimpft; am 26. Juli, als der Pockenausschlag schon aufzutreten begann, waren auch die eingetrockneten Vaccinpusteln noch ganz deutlich. Einen Einfluss auf den Verlauf der Krankheit scheint die Einimpfung des Kuhpockengiftes gar nicht gehabt zu haben.

Fall 29. Der nächste dem Lazareth zugehende Fall ist ein 35 jähriger Arbeiter, der aller Annahme nach vom oben erwähnten Locomotivführer inficirt worden ist, weil beide im selben Zimmer gewohnt und täglich mit einander verkehrt haben. Die Incubationszeit aber betrüge dann wiederum 13 Tage. Eine anderweitige Infectionsquelle ergab sich nicht.

Fall 30, 32, 34. In den ersten Tagen des Monats August kommen nun wieder drei Kranke von den nächsten Häusern des Spitals. Auch hier sind wieder in Bezug auf die Ansteckungsquelle dieselben negativen Erkrankungsresultate. Der erste Patient ist eine 49 jährige, verheirathete Frau, die im Hause Nr. 76 Hornsgatan (s. den Plan Haus *Q*) wohnt; sie wurde am 31. Juli krank, also neun Tage nach dem Wegbringen der Pockenkranken vom Krankenhause. — Der nächste Fall ist ein Schmied, 21 Jahre alt, der freilich weit vom Krankenhause wohnt, der aber tagelang im nächsten Hause des Lazareths arbeitet (s. den Plan Haus *R*). Er erkrankte am zehnten Tage nach der Ausräumung des Krankenhauses. — Der dritte Patient endlich ist ein 10 jähriges Mädchen, das im Hause Nr. 57 *A* Besvärsgatan (s. den Plan Haus *S*) wohnt,

und ebenfalls am zehnten Tage nach der Ausräumung des alten Krankenhauses krank wurde.

Fall 35. Der zunächst zugehende Fall ist eine junge, unverheirathete Frau, die am 16. August erkrankte. Sie wohnt im Hause Nr. 74 *B* Hornsgatan (s. den Plan Haus *M*) und ist aller Annahme nach von den vorigen Kranken im selben Hause inficirt. Sie wurde am 21. August ins Lazareth gebracht.

Fall 39. Am selben Tage geht der letzte Pockenkranke dem Lazareth zu. Es ist der Austräger der Krankenhauswäscherin. Die Uebertragúng der Krankheit ist hier immerhin nicht schwer zu verfolgen, namentlich als der Patient zu verschiedenen Malen auch die Pockenleichen nach dem Friedhofe weggeführt hat, wobei er selbstverständlich jedesmal mit dem Krankenpersonale und den Pockenleichen in Berührung kommen musste.

Um einen schnellen und klaren Ueberblick über den Verlauf der kleinen Epidemie zu geben, füge ich eine Liste über die sämmtlichen Pockenfälle hier bei. Die Tabelle enthält ausser den Erkrankungs- und Zugangstagen jedes einzelnen Patienten zum Krankenhause auch die Zahl der im Krankenhause zu gleicher Zeit gepflegten Kranken, weiter die Entfernung des Krankenhauses von der wahrscheinlichen Ansteckungsstelle und zuletzt noch einige wichtigere Bemerkungen. Ein Situationsplan über den Stadttheil, wo die Blatternfälle einzig und allein aufgetreten und die angegriffenen Häuser besonders angegeben sind, ist beigefügt.

Unter diesen 39 Krankenfällen sind 16, für welche eine bestimmte Ansteckungsquelle gar nicht aufzufinden war. Weder Berührung noch Verkehr, ja nicht einmal Bekanntschaft war zwischen jenen und den früher erkrankten Patienten nachzuweisen. Der Umgang mit Jemandem im Krankenhause ist in diesen Fällen auch ganz auszuschliessen. Alle diese Kranken wohnten dagegen, oder verkehrten wenigstens den ganzen Tag in solchen Häusern, die, wie ein Blick auf den beigefügten Situationsplan schon genügend zeigt, ganz in der Nähe des Pockenspitales liegen. Von solchen Häusern waren vom 1. Juli bis 3. August nicht weniger als 14 angegriffen; diese Häuser sind auf dem Plane durch ▦ ange-

gegeben. Das mit schwarzer Farbe bezeichnete Haus ist das Pockenspital, die ▥ Häuser sind aber diejenigen, welche von dem zuerst angetroffenen Kranken im Hause Nr. 2 L[a] Skinnarviksgatan inficirt wurden.

Laufende Nr.	Erkrankungstag	Zugangstag zum Krankenhause	Inficirtes Haus auf dem Plan	Zahl der Patienten im Spital	Entfernung der muthmaasslichen Ansteckungsquelle vom Krankenhause	Bemerkungen
					m	
1	24./5	10./6	A	4	—	Von einem Reisenden aus Malmö angesteckt. (?)
2	2./6	10./6	A	4	—	Von Nr. 1 inficirt.
3	4./6	10./6	A	4	—	do.
4	7./6	10./6	A	4	—	Ist in directen Verkehr mit Nr. 1 bis 3 gewesen.
5	10./6	14./6	A	8	—	do.
6	8./6	11./6	B	5	—	do.
7	12./6	13./6	B	6	—	do. Am 30./6 †.
8	9./6	14./6	C	8	—	Die Aetiologie dunkel.
9	15./6	18./6	—	9	—	Ist in Verkehr mit den Eltern des Nr. 1 gewesen.
—	—	—	—	—	—	Von 18./6 bis 26./6 gleichzeitig 9 gepflegte Patienten.
—	—	—	—	—	—	„ 26./6 „ 3./7 „ 6 „ „
10	30./6	3./7	—	7	—	Ist in Verkehr mit Nr. 9 gewesen.
11	2./7	5./7	D	8	50	Keine wahrscheinliche Ansteckungsquelle zu finden.
12	4./7	6./7	E	9	170	do.
13	4./7	8./7	F	10	—	Hat täglich in einer Werkstätte neben dem Spitale gearbeitet.
14	30./6	9./7	G	12	105	Keine Ansteckungsquelle aufzufinden.
15	8./7	9./7	G	12	—	Ist in directem Verkehr mit Nr. 14 gewesen.
16	8./7	9./7	H	12	150	Keine Ansteckungsquelle aufzufinden.
17	8./7	9./7	J	12	10	do.
18	4./7	10./7	K	13	60	do.
19	6./7	10./7	L	13	25	do. Am 13./7 gestorben.
—	—	—	—	—	—	Von 13./7 bis 18./7 gleichzeitig 10 gepflegte Patienten.
20	11./7	14./7	K	10	—	Wohnt im selben Hause wie Nr. 18.
21	17./7	18./7	M	11	150	Keine Ansteckungsquelle aufzufinden.
22	19./7	22./7	N	13	110	do. Das Spital wird ausgeräumt.
23	20./7	22./7	L	13	25	do. (?)
24	19./7	24./7	D	15	50	do.
25	20./7	24./7	E	15	—	Aller Annahme nach von Nr. 12 direct inficirt.
26	22./7	25./7	G	16	—	„ „ „ „ „ 15 „ „ Am 3./8 †.
27	23./7	26./7	P	18	170	Keine Ansteckungsquelle aufzufinden.
28	22./7	26./7	H	18	—	Bruder des Nr. 16.
29	24./7	28./7	K	19	—	Wohnt im selben Zimmer mit Nr. 18.
30	31./7	5./8	Q	16	120	Keine Ansteckungsquelle aufzufinden.
31	31./7	5./8	G	16	—	Mutter des Nr. 15.
32	3./8	7./8	R	17	40	Keine Ansteckungsquelle aufzufinden.
33	5./8	9./8	G	18	—	Geschwisterkind des Nr. 15. Am 12./8 gestorben.
34	2./8	14./8	S	13	150	Keine Ansteckungsquelle aufzufinden.
35	16./8	21./8	M	11	—	Wohnt im selben Hause wie Nr. 36.
36	3./8	21./8	M	11	150	Keine Ansteckungsquelle aufzufinden.
37	14./8	21./8	M	11	—	Kind des vorstehenden Patienten.
38	16./8	21./8	M	11	—	do.
39	18./8	21./8	—	11	—	Im Krankenhause wahrscheinlich angesteckt.

Dass das Krankenhaus in einer oder anderer Beziehung die Ausbreitung der Pockenerkrankungen vermittelte, ist wohl nicht möglich zu bezweifeln, namentlich da die Krankenfälle, wie ich hier oben gezeigt habe, in kurzer Zeit ganz und gar aufhörten, nachdem die Pockenkranken vom Krankenhause weggeschafft worden waren.

Frägt man sich aber nun: auf welchem Wege hat sich das Pockengift verbreitet, wie ist es vom Krankenhause in so viele Häuser gekommen, so kann die Antwort in zweierlei Art aus-



Blatternhäuser in Stockholm.

fallen. Entweder ist das Pockengift durch directen Verkehr zwischen den Kranken oder dem Krankenpersonale auf die Nachbarn übergeführt worden, oder es ist die Infection durch

die Luft vom Krankenhause aus erfolgt. Die erste Annahme hat wegen der im Krankenhause angeordneten Maassregeln bezüglich der Absonderung und Isolirung aller Kranken sehr wenig für sich, so dass sie bei dieser Epidemie ganz fallen zu lassen ist, wie folgende Erläuterungen zeigen mögen.

Das betreffende Krankenhaus ist ein vormaliger Schuldarrest, der jetzt in der Mitte eines dicht bevölkerten Stadttheiles liegt und seine Fronten (die eine nach Norden, die andere nach Süden) nach zwei sehr verkehrsreichen Strassen hat. Nach Westen stösst es unmittelbar an ein von vielen armen Familien bewohntes Gebäude; nach Osten ist es durch einen Garten vom Nachbarhofe getrennt. Das Haus, welches aus vier zusammengebauten Abtheilungen besteht, ist ein langgestreckter, viereckiger Bau, 50 m lang und 18 m breit, der einen langen und schmalen Hof umgibt (s. den Situationsplan). Dass dieser Hof ein grosser Uebelstand ist, darf nicht Wunder nehmen, da den Sonnenstrahlen fast jeder Zutritt abgesperrt und die Luftbewegung in demselben nur eine sehr mangelhafte ist. Die Mittelpartie nach Süden ist drei Stockwerke hoch. Im ersten und zweiten Stocke befinden sich die Verwaltungsräume und Wohnungen des Krankenhauspersonales, im dritten Stocke Krankensäle. Die Seitenabtheilungen sind zweistöckig und nur nach dem Hofe mit Fenstern versehen. In dem kleinen Mittelbau nach Norden ist die Desinfectionsanstalt nebst zwei Isolirzimmern gelegen.

Der Haupteingang ist im Mittelbau nach Süden; ausserdem befindet sich auch im entgegengesetzten Mittelgebäude ein kleinerer Eingang für die Desinfectionsanstalt und in der östlichen Seitenabtheilung eine Gartenthüre. Besuchende und Kranke können nur durch den Haupteingang ins Krankenhaus einkommen und ist dieser nicht nur vermittelst schwerer Thore, sondern auch durch eine hohe, eiserne Gitterthüre verschlossen. Neben diesem Eingange hat der Portier sein Zimmer, welches so angeordnet ist, dass jeder Ein- oder Austretende dasselbe passiren muss. Während der ganzen Epidemie war es dem Portier aufs strengste verboten, jemanden — mit Ausnahme der zugehenden Patienten — ohne meine Erlaubnis ins Krankenhaus einzulassen oder aus

demselben hinauszulassen. Tag und Nacht waren die Thore zugeschlossen und wurden ohne mein Wissen — ich bin dessen ganz sicher — Niemandem geöffnet.

Das ganze Krankenhauspersonal war ausserdem während der kurz dauernden Epidemie im Krankenhause wie in einem Kerker eingeschlossen und nur ein paar Male wurden einzelne von den Krankenwärterinnen nach vorangehender gründlicher Desinfection herausgelassen. Alle Bedürfnisse, wie Esswaaren u. dergl., wurden fast ohne Ausnahme durch Telephon requirirt und ausserhalb der Krankenhausthore zum Portier abgeliefert. Dieser letztgenannte war in meiner Abwesenheit für die genaue Isolirung der Einwohner des Spitals verantwortlich, was übrigens durch die Lage und Anordnung der Gebäude ziemlich leicht war und in bester Weise vollbracht wurde.

Auch durch die Fenster des Krankenhauses ist die Communication wohl ganz unmöglich gewesen, weil in den eigentlichen Krankensälen alle Fenster nach dem Hofe liegen und im Mittelgebäude Pockenkranke nur ausnahmsweise eingelegt wurden und zwar dann nur im dritten Stock, d. h. ungefähr 10 m hoch vom Erdboden. Zumal vom Garten aus, wohin die Convalescenten dann und wann gelassen wurden, war niemals Verkehr mit der Aussenwelt denkbar, weil dieses Gärtchen überall, wo es nicht an die Hausmauern stösst, von einer 5 m hohen Planke umgeben ist.

Jeden Verkehr zwischen dem Krankenhause und der Aussenwelt halte ich also — wenn auch auf die Versicherungen der Patienten und des Krankenhauspersonales kein zu grosses Gewicht gelegt werden kann — aus guten Gründen für ganz undenkbar. Es bleibt also in diesem Falle nur übrig, die Uebertragung des Pockengiftes mittels der Luft anzunehmen. Dafür spricht wohl ausser dem negativen Befunde in anderer Beziehung auch die zeitliche und örtliche Vertheilung der einzelnen Krankenfälle, wie dies aus dem oben Gesagten hervorgeht. Von den 16 Fällen, für welche keine bestimmte Ansteckungsquelle aufzufinden war, sind nämlich die meisten in zwei scharf begrenzten Terminen erkrankt, der eine vom 30. Juni

(Nr. 14) bis 8. Juli (Nr. 16 und 17), und der andere vom 17. bis 24. Juli. Nehmen wir an, dass die Dauer der Incubationszeit zwölf Tage beträgt, ziehen wir weiter so viele Tage von den obigen Zeiten ab, so bekommen wir die Termine vom 18. bis 26. Juni, bzw. vom 5. bis 12. Juli als die Tage, an welchen die Ansteckung dieser Kranken wahrscheinlich erfolgt sei. Diese sind aber gerade die Tage, an welchen die Zahl der Pockenkranken im Krankenhause vor der Ausräumung am grössten war, wie man sogleich durch einen Blick auf die obige Krankenliste sieht und an welchen folglich auch das Pockengift im Krankenhause am meisten angehäuft sein musste.

Ich halte aber auch die geschilderten örtlichen Verhältnisse, unter welchen diese Krankenfälle aufgetreten sind, für einen äusserst stichhaltigen Beweis, dass die erwähnte Annahme der Uebertragung vom Hospitale die richtige sein wird. Wie sollte man sonst wohl erklären können, dass alle diese Krankenfälle nur in der nächsten Nähe des Krankenhauses und sonst nirgendwo in der ganzen Stadt auftraten, ja die Entfernung von 170 m nicht überschritten? Unter der Annahme, dass sich die Krankheit nur durch persönlichen Verkehr verbreitet habe, würden wir zu der überhaupt ganz unrichtigen Voraussetzung gezwungen, dass alle die Pockenkranken bzw. das Krankenhauspersonal nur mit Personen in der Nähe des Krankenhauses verkehrt haben, und nicht mit Einwohnern anderer Stadttheile bekannt seien; wir müssten denn sonst den ganzen Sachverhalt der localen Epidemie als Zufall erklären. Nehmen wir dagegen an, die Luft sei die Trägerin des Pockengiftes gewesen, so erklärt sich dieses sehr leicht. In Ermangelung von ausreichender Ventilation in den Krankensälen wurden die Fenster täglich offen gelassen, was selbstverständlich den Krankheitskeimen reichliche Gelegenheit gab, sich im Luftraume des Lazarethhofes anzuhäufen, namentlich, weil die Luftbewegung daselbst, wie oben gesagt worden ist, eine sehr mangelhafte war. Früher oder später muss doch diese Luftmasse und mit ihr auch die Krankheitskeime verbreitet werden, und da angenommen werden muss, dass die Keime feste Körper sind, die ein gewisses

Gewicht besitzen, so ist es ja auch nicht unwahrscheinlich, dass sie nur eine kurze Strecke weggeführt werden, um besonders bei schwachem Wind bald herunterzufallen und an verschiedenen Gegenständen in der Nähe zu haften.

Eine andere Verbreitungsart lässt sich vielleicht darin suchen, dass Fliegen und andere Insekten das Pockengift übertragen haben; wenigstens muss man unwillkürlich daran denken, wenn man sieht, wie hartnäckig diese Schmarotzer die Kranken belästigen, und wie unausgesetzt sie durch die Fenster ein- und ausfliegen. Für diese Annahme spricht ja auch, dass die Krankheit eben in der wärmsten und an Fliegen reichsten Jahreszeit ihre Verbreitung hatte.

Wie dem auch sein mag, so scheint es mir doch sehr wahrscheinlich, dass die oben beschriebene Epidemie eine Bestätigung der von Anderen schon gemachten Beobachtung liefere, dass die Blattern unter Umständen auch ohne persönlichen oder directen Verkehr verbreitet werden können. Dies ist auch die Veranlassung, dass ich diese kleine Notiz aufgezeichnet habe, da jede Bereicherung unserer Kenntnis dieser gefährlichen Seuche ein Gewinn werden muss.

Untersuchungen über Variationserscheinungen bei Vibrio Proteus.
(Kommabacillus von Finkler-Prior.)

Von

Georg Firtsch

in Graz.

(Aus dem Laboratorium des Prof. Max Gruber in Graz.)

(Mit Taf. V u. VI.)

Bei Aussaat einer 307 Tage alten, ursprünglich reinen, von einer Plattencolonie abgeimpften Gelatinecultur des Vibrio Proteus (Kommabacillus von Finkler-Prior) auf Nährgelatineplatten erhielt Prof. Gruber neben zahlreichen typischen Colonien des Vibrio anscheinend als Verunreinigung in geringerer Zahl Colonien einer weniger rasch verflüssigenden Bacterienart. Sie erregten seine Aufmerksamkeit dadurch, dass sie bei oberflächlicher Betrachtung mit freiem Auge und mit der Loupe eine gewisse Aehnlichkeit mit den Colonien des Choleravibrio zeigten. Das Interesse wurde noch erhöht, als sich herausstellte, dass man es hier ebenfalls mit Kommaformen zu thun hatte und dass die Stichculturen in gewissen Stadien ihrer Entwickelung alle Charaktere der Choleravibrio-Culturen vortäuschten. Ich folgte daher gerne der Aufforderung Prof. Gruber's, diese anscheinend bisher unbekannte Vibrioart in ihrem Verhalten näher zu studieren. Bevor ich zu ihrer Beschreibung übergehe, sei es mir gestattet, die Wachsthumseigenthümlichkeiten des typischen Vibrio Proteus kurz zu schildern. Ich möchte dadurch einerseits den Beweis liefern, dass ich es wirklich mit der von Finkler-Prior entdeckten Art zu thun hatte, andererseits ist es nothwendig, die Charakteristik dieser Art im Gedächtnisse zu haben, um Aehnlichkeiten

und Verschiedenheiten der Merkmale der neu zu beschreibenden Formen besser beurtheilen zu können.

Typischer Vibrio Proteus.

Die 24 Stunden alten Colonien des Vibrio Proteus bei einer Temperatur von 14 bis 20° auf 10% Fleischwasser-Pepton-Gelatine-Platten gewachsen, erscheinen als winzige, punktförmige Gebilde von 40 bis 60 μ diam., im auffallenden Lichte weiss, perlmutterglänzend, im durchfallenden bei ca. 100facher Vergrösserung, schwachgelblich bis gelbbräunlich gefärbt, homogen oder ganz gleichmässig fein granulirt. Der Contour ist bei den tiefliegenden meist genau kreisrund und glatt. Nur bei oberflächlich Liegenden sieht man bisweilen ovalen und elliptischen glatten, selten gewellten Contour. Nach 2 × 24 Stunden haben die oberflächlichen Colonien die Gelatine bereits zu verflüssigen begonnen. Die Vegetation breitet sich in der ganzen verflüssigten Partie von 2,5 bis 3 mm Durchmesser aus, so dass die ganze Verflüssigungszone milchig getrübt ist. Die tiefliegenden Colonien sind bedeutend kleiner (1 bis 1,2 mm diam.) und sind meistens homogen, mehr oder weniger dunkel braungelb gefärbt. Nicht selten kann man in diesem Stadium noch eine centrale, stärker gefärbte Anhäufung der Bacterienmasse von einer fast farblosen 15—20 μ breiten Randzone unterscheiden. — Später nach 3 × 24 Stunden vertheilt sich diese centrale Masse in dem Verflüssigungsherde, der bei den oberflächlichen Colonien nun einen Durchmesser von 5 bis 7 mm erlangt hat. Die Flüssigkeit ist entweder gleichmässig milchig trüb, oder die Trübung ist am Rande intensiver, weil dort stärkere Anhäufung der Vibrionen stattfindet, oder solche stärkere, übrigens durch vorsichtiges Neigen und Schütteln leicht vertheilbare Anhäufungen bilden in der Flüssigkeit Streifen und Knoten, so dass die Colonie ein marmorirtes Ansehen gewinnt. Diese Marmorirung tritt bei älteren Colonien noch häufiger und ausgeprägter auf. Eine scharfe Abgrenzung der Colonie von ihrem Verflüssigungshofe findet jedoch bei vollkräftigem Vibrio Proteus niemals statt. Bei den drei Tage alten Culturen zeigen die

oberflächlichen Colonien sehr seichte, dellenartige Einsenkungen unter die Oberfläche der Gelatine, infolge rascherer Wasserverdunstung aus dem Verflüssigten.

Die mikroskopischen Wuchsformen [1]) in diesen Plattencolonien sind schon von Finkler-Prior [2]), Buchner [3]) und Gruber [4]) ausführlich beschrieben worden. Meine Beobachtungen stimmen mit diesen Beschreibungen vollständig überein. In den 24 Stunden alten Colonien findet man plumpere oder schlankere Kurzstäbchen, oft etwas tonnenartig angeschwollen. Nur selten ist an ihnen eine schwache Krümmung erkennbar, eigentliche »Kommas« sind ganz vereinzelt. Erst in den älteren, 3- und 4 tägigen, Colonien treten die Kommas als herrschende Wuchsform auf. Von ihrer äusserst lebhaften Eigenbewegung hängt die homogene Trübung der Verflüssigungszone ab. In solchen älteren Colonien findet man dann auch nicht selten Schraubenfäden bis zu 80 μ Länge, manchmal äusserst regelmässig gewunden.

Die Gelatine-Stichculturen zeigen die oft beschriebenen Charaktere der raschen, längs des ganzen Impfstiches eintretenden Verflüssigung, Trübung der Flüssigkeit u. s. w. Nach 10 Tagen etwa hatte sich bei mittlerer Zimmertemperatur oberflächlich ein Häutchen gebildet; nach 14 Tagen bis 3 Wochen war die Verflüssigung der Gelatine beendet. Mikroskopisch dieselben Wuchsformen in derselben Reihenfolge wie auf den Platten, schliesslich Involutionsformen: gequollene Vibrionen mit Polkügelchen und freie, stark färbbare Kügelchen.

Auf 1 % Nähragar im Brutofen von den Impfstrichen ausgehend binnen 24 Stunden Ueberzug der ganzen Plattenoberfläche mit einem feuchten, weisslichen Häutchen. Die Komma's sind hier durchschnittlich noch schmäler und kürzer als die kleinsten, in Gelatinestichculturen beobachteten. Vereinzelt kommen aber auch kurze, ziemlich regelmässige Schraubenfäden vor. Bei

1) Die Beobachtung der mikroskopischen Wuchsformen erfolgte stets mit einer homogenen Immersion 1/24 von Leitz in Wetzlar.

2) Ergänzungshefte z. Centralbl. f. allgem. Ges.-Pflege Bd. 1 Heft 5 u. 6.

3) Sitzungsber. der Gesellsch. f. Morph. u. Physiol. in München 13 Jan. 1885.

4) Wiener med. Wochenschrift 1885 Nr. 9 u. 10.

längerem Stehen der Cultur erfolgt dann wieder die Bildung der Polkügelchen und Degeneration.

Auf Kartoffeln, auch bei 37° langsames Wachsthum. Binnen 8 bis 14 Tagen bildet sich längs der Impfstriche ein bräunlich graugelber, glänzender, 1,5 bis 2 mm breiter Belag mit regelmässig eingekerbtem Rande und kleisterartiger Consistenz. Rings um den Belag ist die Kartoffel ca. 2 mm breit, grauweiss verfärbt. Die Vibrionen selbst waren auf den, allein zur Verfügung stehenden alten Winter-Kartoffeln stark degenerirt, bis zu 3 μ Durchmesser gequollen, ihre Membranen stark vergallertet.

Die Formenreihen in Fleischbrühe entsprachen völlig der Beschreibung der früher genannten Autoren.

Vergleichen wir damit die neue Vibrioform [1]).

Neuer Vibrio.

Auf Nährgelatineplatten bildet dieser Vibrio binnen 24 Stunden bei Zimmertemperatur punktförmige Colonien. Die tiefliegenden haben im Mittel 33 μ diam., schwach gewellten, scharfen Contour, kaum wahrnehmbare, hellgelbliche Färbung und sind mit flachen, je nach der Einstellung hellglänzenden oder dunklen Wärzchen besetzt. Die Aehnlichkeit mit jungen Colonien des Cholera-Vibrio ist in diesem Stadium überraschend gross. Die oberflächlichen Colonien unterscheiden sich zu dieser Zeit fast gar nicht von den tiefen. Sie sind nur etwas grösser und einzelne, welche dann bereits stärker gewellten Contour besitzen, lassen, wenn man schief über die Oberfläche der Platte hinblickt, einen winzigen Verflüssigungshof erkennen.

Nach 2 $\times$ 24 Stunden sind die Colonien zur doppelten und dreifachen Grösse herangewachsen und sind nun im auffallenden Lichte deutlich gelblich-weiss. Die tiefliegenden sind im Centrum bräunlich geworden und haben eine stärker gewellte oder gezackte Oberfläche. Die oberflächlichen Colonien haben ebenfalls ein bräunlichgelbes, granulirtes Centrum, von dessen Rande Convolute

1) Ich will dabei genauer, als es für den Vergleich nothwendig ist, auf die mikroskopischen Wuchsformen eingehen, weil diese ein neues Beispiel für die grosse Formvariabilität mancher Bacterienarten geben.

von dünnen Schleifen in die Verflüssigungszone hineinragen. Der Verflüssigungshof hat etwa den doppelten bis dreifachen Durchmesser der Colonie, die Flüssigkeit ist vollkommen klar, die Oberfläche tief dellenartig eingesunken.

Nach 3 × 24 Stunden hat sich bei den, ca. 660 μ im Durchmesser grossen, tiefen Colonien ein dunkelbraunes, ca. 250 μ im Durchmesser grosses Centrum mit ziemlich scharfem Contour von einer bräunlichgelben Zone von 80 bis 100 μ Breite geschieden, von der dann die farblos durchscheinenden Convolute von Schleifen und Bändern ausgehen. Diese Schleifenbildungen sind noch viel entwickelter bei den oberflächlichen Colonien mit 700 bis 900 μ Durchmesser. Sie sind deutlich erkennbar aus mehreren parallel laufenden Strängen zusammengesetzt und ragen oft weit in den Verflüssigungshof hinaus, so dass der Contour äusserst unregelmässig wird. Der Verflüssigunghof hat den 3- bis 4 fachen Durchmesser der Colonie, ist kreisrund und völlig klar. Durch die rasche Verdunstung des Wassers aus den verflüssigten Partien sind tiefe Grübchen in der Gelatine entstanden. Bei flüchtiger Beobachtung mit freiem Auge und selbst mit der Loupe könnten die Colonien auch in diesem Stadium mit denen des Choleravibrio verwechselt werden; mit den Proteuscolonien haben sie nicht die geringste Aehnlichkeit [1]).

Als mikroskopische Wuchsform erkennt man in den ersten 2 bis 3 Tagen fast ausschliesslich Kurzstäbchen von cylindrischer Form 1,5 bis 5 μ lang, sehr selten schwach gekrümmt mit flach abgerundeten Enden, nicht selten zu Doppelstäbchen verbunden. Es finden sich aber auch einzelne sehr steil gewundene und 60 bis 70 μ lange Fadenformen, welche ganz unregelmässig gekrümmt erscheinen. Die Dicke der Stäbchen und Fäden wechselt ausserordentlich von 0,7 bis 1,2 μ im ungefärbten Zustand gemessen und in einzelnen Fällen noch darüber, und sind es meist die dünneren Stäbchen, welche eine schwach kommaförmige Krümmung er-

1) Bei noch älteren Colonien wird ein Theil der Schleifen ganz abgestossen, so dass sie als freie Flöckchen in der Flüssigkeit schwimmen. Die dunkle, centrale Masse lässt sich oft mit der Platinnadel in der Flüssigkeit herumrollen, wie der Eidotter im Eiweiss, ohne zu zerfallen.

kennen lassen. Der Colonie direct entnommen zeigen dieselben im hängenden Wassertropfen keine Eigenbewegung.

In älteren Colonien beobachtet man neben den Stäbchen schon zahlreiche charakteristische Komma- und S-Formen, 0,5 bis höchstens 1,0 μ dick, häufig auch steilgewundene Spiralen von im Mittel 40 μ Länge und 1 bis 1,3 μ Dicke und zeigen einzelne Individuen im hängenden Wassertropfen nach längerem Stehen geringe, jedoch nie lebhafte Eigenbewegung. Fischt man die vorhin beschriebene, centrale, festere Masse einer Colonie heraus und zerdrückt dieselbe zwischen zwei Deckgläsern, so beobachtet man, dass die Vibrionen derselben im Durchschnitt dünner sind, als die der Schleifenpartien. Aber auch Spiralen von 20 bis 25 μ Länge bei ca. 0,7 μ Dicke finden sich darin vor. Pathologische Wuchsformen, wie sie Buchner als »Monadenformen« zusammenfasst, sind nicht gerade selten, Spindelformen, zur Eiform oder dem Ellipsoid gedunsene, mit gequollenen Membranen versehene, dann flaschenförmige Gebilde konnte ich öfter beobachten, nur nie eine ausgesprochene Kugelform.

Ebensowênig wie die Colonieform auf der Platte zeigt die Stichcultur in Nährgelatine Aehnlichkeit mit den Vibrio Proteus-Colonien. Nach 24 Stunden nimmt man Trübung längs des ganzen Impfstiches wahr, jedoch noch keine Spur von Verflüssigung oder Verdunstungstrichterbildung. Nach 2 $\times$ 24 Stunden ist diese deutlich entwickelt, ebenso beginnt die Verflüssigung der Gelatine in den oberen Theilen des Stiches. Vom 3. bis 7. Tage entwickelt sich der Verdunstungstrichter immer stärker, er wird 3 bis 7 mm tief und sieht von der Seite betrachtet wie eine spitzkegelförmige Luftblase, mit der Spitze nach abwärts gerichtet, aus. Um diese Blase herum schreitet die Verflüssigung rascher vor als in der Tiefe, so dass die Cultur eine verkehrt birnförmige Gestalt annimmt. Die Flüssigkeit ist nahezu klar. Die Vegetationen entwickeln sich hauptsächlich in der Tiefe der Verflüssigungszone und des Impfstiches, zum Theil bilden die Flöckchen einen Wandbelag in der napfförmigen Verflüssigung. In diesem Stadium sieht die Cultur meist den Culturen des Choleravibrio zum Verwechseln ähnlich, nur schien bei gleich-

zeitigen Aussaaten die Entwickelung und Verflüssigung hier etwas rascher vor sich zu gehen, als beim Cholerakeime. Später erreicht dann die Verflüssigung die Wand des Röhrchens, es bildet sich eine ziemlich fest zusammenhängende Decke auf ihr, sie schreitet in die Tiefe fort, so dass nach ca. 3 Wochen der ganze Inhalt des Röhrchens verflüssigt ist.

Der mikroskopische Befund stimmt vollständig mit dem der Plattencolonien überein. Auch hier finden sich anfänglich Kurzstäbchen mit flach abgerundeten Enden von verschiedener Länge und Dicke, die Niemand für Schraubenformen halten würde. In der vorgeschrittenen Cultur aber werden mehr und mehr die Kommas und Spiralen vorherrschend, welche dann auch der Colonie entnommen im hängenden Tropfen Eigenbewegung zeigen, aber nie die Lebhaftigkeit der Formen aus typischen Proteusculturen erhalten. In 10 bis 14 Tage alten Culturen werden die längeren Spiralen wieder sehr selten, es finden sich fast nur mehr sehr dünne Kommas. In der ganz verflüssigten Cultur erscheinen dann bald Quellungsformen und Polkügelchen. Der Plasmaleib wird trübe, mitunter schwach gekörnt. Die Kügelchen an den Polen sind dann scharf abgegrenzt, stark lichtbrechend und färben sich mit Rubin intensiv.

Das Aussehen der Cultur auf Nähragar bei 37° entsprach vollkommen dem der Proteusculturen. Mikroskopisch erschienen äusserst zarte Kommas, 0,3 bis höchstens 0,5 μ breit [1]) bei 2 bis 4 μ Länge. Selten fanden sich Spiralen, welche ziemlich flach und sehr regelmässig gewunden waren. Mehr als dies in Culturen auf anderen Nährböden der Fall war, ähnelten diese Formen denen des Choleravibrio. Bereits nach 2 bis 3 × 24 Stunden begann die Bildung der Polkügelchen unter gleichzeitiger, oft sehr starker Quellung der Membran.

Wie bei den Proteusculturen ging auch bei diesen die Entwickelung auf den Kartoffeln sehr langsam vor sich. Nach 5 bis 7 Tagen sah man längs des Impfstriches einen schmalen, glänzenden Belag von schwach gelbbräunlicher Farbe und kleisterartiger Consistenz. Nach 14 Tagen sind die Beläge ca. 2 mm breit

1) Insoferne eine exacte Messung so kleiner Formen überhaupt möglich ist.

geworden, die Kartoffel ist rings auf die doppelte Breite hin kreideweiss verfärbt.

Eine der Colonie mit der Nadel entnommene Partie, in einen Wassertropfen gebracht, quillt rasch an, wird zähschleimig und lässt sich an der Nadel im Wassertropfen herumziehen wie zähflüssiger Gummischleim.

In den 5 bis 8 Tage alten Culturen fanden sich zerstreut, jedoch in auffallend geringer Zahl noch intacte Individuen von meist Kommaform 0,4 bis 0,5 μ dick, 2 bis 3 μ lang, aber auch **S**-förmig und hufeisenförmig gekrümmt; nur ihre Membranen liessen Quellungserscheinungen erkennen. Später nahmen aber die auch in Plasma gequollenen Formen immer mehr zu. Es waren eiförmige und ellipsoide Gebilde bis zu 3 μ Durchmesser wahrnehmbar mit ungleich dichtem Inhalte und schlechter Färbbarkeit. In 14 Tage alten Kartoffelculturen waren ausschliesslich solche »pathologische« Formen zu finden; trotzdem hörte das Wachsthum nicht auf. Man konnte noch 2 Monate lang die Vergrösserung des Belages beobachten.

Besondere Mannigfaltigkeit zeigen die Wuchsformen in Fleischbrühe. Bei Zimmertemperatur findet man schon nach 5 Stunden reichlich Stäbchen, Kommas und Spiralen. Alle Formen sind verhältnismässig dick: 0,7 bis 1,5 μ diam. Besonders bemerkenswerth ist die grosse Zahl der Spiralfäden. Sie sind 80 bis 120 μ und darüber lang, meist unregelmässig gewunden, häufig eine Gliederung zeigend. Die Dicke ist an ein und derselben Spirale von 0,7 bis 1,5 μ wechselnd; oft ist das eine Ende dick, das andere dünn, so dass das Gebilde einer Peitschenschnur gleicht. Gewöhnlich sind es die dünneren Stellen, welche regelmässig gewunden sind. Manchmal biegt sich der Faden um und die Enden schlingen sich, haarflechtenartig, umeinander. Vereinzelte Exemplare stellen äusserst regelmässige Schrauben dar und gewähren dann, bei ihrer Grösse, einen sehr hübschen Anblick.

Später zerfallen dann die Schrauben in längere und kürzere Theilstücke. Die Theile haften dann noch einige Zeit hindurch an einander und zwar sieht man im gefärbten Präparate das Protoplasma an den Theilungsstellen spitzconisch ausgezogen.

Die Verbindungsfäden sind manchmal so dünn, dass sie bei stärkster Vergrösserung nur als haarfeine Striche erscheinen, dabei erreichen sie eine Länge von 1 bis 2 μ.

Schon nach 24 Stunden sind die langen Spiralfäden sehr selten geworden, nach 2 $\times$ 24 Stunden fast alle in Kommas und **S**-Formen zerfallen. Dabei hat der Dickendurchmesser der Formen in ganz auffälliger Weise abgenommen. Die dicken Formen von 1 und 1,2 μ sind nach 3 bis 4 Tagen gänzlich verschwunden. Die Hauptform sind nun mehr lebhaft bewegliche, schön gekrümmte Kommas von 0,4 bis 0,6 μ Dicke und 1,5 bis 2,5 μ Länge. Das Aussehen der Cultur ist ein durchaus anderes geworden.

Hat man die Fleischbrühe bei 37 ^{0} gehalten, dann treten die dicken Formen und die Spiralfäden gar nicht auf, sondern sofort die schön gekrümmten, feinen, lebhaft beweglichen Kommas.

Ich möchte hervorheben, dass die Beschreibung hier, wie überhaupt in dieser Abhandlung, nicht etwa auf einer einzelnen Beobachtung, sondern stets auf einer grossen Zahl von Parallelversuchen beruht.

In älteren Fleischbrühculturen, viel früher bei 37 ^{0} als bei Zimmertemperatur, erscheinen, wie bei Vibrio Proteus und beim Choleravibrio, stark lichtbrechende, intensiv färbbare Kügelchen. Ich habe ihre Entwickelung in Fleischbrühen, meist im hängenden Tropfen aufmerksamer verfolgt. Sie begann in der Regel damit, dass die beiden Pole des Kommas, das bis dahin ganz homogen ausgesehen hatte, stärker lichtbrechend wurde und sich anfangs undeutliches, später schärfer an jedem Pole eine kugelige Masse von dem mittleren Theile des Vibrioleibes absonderte. Von Beginn dieser Sonderung an war das Komma nicht mehr gleichmässig färbbar, die polaren Theile nahmen intensiv, die mittleren sehr schwierig Farbe auf. Nicht selten aber traten in einem Komma nicht bloss 2 Kügelchen an den Polen auf, sondern zwischen beiden noch ein drittes, noch öfter ein drittes und viertes. Man hatte also dann eine Reihe von 3 oder 4 Kügelchen in einem Bogen, entsprechend der alten Kommaform, aneinandergereiht durch ganz schmale, unfärbbare Zwischenschichten von einander getrennt.

Bei der Durchmusterung zahlreicher Präparate aus diesem Stadium bekam man überhaupt den Eindruck, dass die Kommas vierzellig seien. Auch wenn bloss 2 Polkügelchen gebildet waren, konnte man mitunter eine Gliederung der schlecht färbbaren Mittelpartie in 2 Theile wahrnehmen. Waren 3 Kügelchen gebildet, dann waren immer 2 knapp an einander gereiht, das dritte am entgegengesetzten Pol durch eine etwas breitere Plasmaschichte von den anderen getrennt. Mitunter waren auch 2 Kügelchen am einen Ende des Kommas ausgebildet, das andere Ende stark geschrumpft. — Die Kügelchen waren übrigens von sehr ungleicher Grösse auch in einem und demselben Komma. Gewöhnlich hatten sie dieselbe Dicke wie das Komma, 0,4 bis 0,6 μ, oft aber auch 1 μ Durchmesser und darüber. Manchmal kam es auch vor, dass 2 Kügelchen verschmolzen schienen und dann eine Bisquitform darstellten. In älteren Fleischbrüh-Röhrchenculturen (nie im hängenden Tropfen) sah ich einigemale sehr dünne, 10 bis 15 μ lange Schraubenfäden, an denen meist polar oder irgendwo im Verlaufe ein, nie mehrere Kügelchen, zur Entwickelung gekommen war.

Schliesslich werden die Kügelchen durch Zerfall des Kommas frei und in 3 Wochen alten und älteren Culturen finden sie sich fast ausschliesslich vor, oft noch mit Fetzen des Vibrioleibes behaftet.

In diesem Zustande behält die Cultur lange ihre Lebensfähigkeit. Man hat demnach in diesen Kügelchen, ebenso wie in denen des Proteus und des Choleravibrio, wohl eine Art Dauerzustand, Arthrosporen vor sich.

Finkler-Prior und Hueppe[1]) geben für die von ihnen gefundenen Kügelchen auch grössere Widerstandsfähigkeit gegen das Austrocknen an, insbesondere haben Finkler und Prior den aus Kügelchen bestehenden Bodensatz alter Culturen noch nach 3½ Monaten währender Austrocknung über Phosphorsäure-Anhydrid lebensfähig gefunden. Ich konnte bei meinen Kügelchen eine solche Widerstandsfähigkeit nicht feststellen. Ich stellte die

1) Fortschritte d. Med. 1885 Nr. 19.

Versuche — etwa 50 in 7 Reihen — so an, dass auf die Unterseite von sterilisirten Deckgläschen unter allen Cautelen ein Tröpfchen einer Fleischbrüh-Cultur gebracht wurde, welche 4 Wochen im Brutofen, dann im Zimmer gestanden hatte. Nach Ausweis der mikroskopischen Untersuchung enthielt sie nur mehr Kügelchen. Das Tröpfchen wurde in möglichst dünner Schichte ausgebreitet, dann unter sterilisirter Glasglocke über Schwefelsäure bei Zimmertemperatur getrocknet. Nach $^1/_2$, 1, 2 u. s. w. 24 und 48 Stunden wurden Deckgläschen herausgenommen, mit einem Tropfen sterilisirter Fleischbrühe befeuchtet, auf einen hohlgeschliffenen Objectträger gebracht und mit Vaselin eingeschlossen und im Brütofen aufbewahrt. Nach 24 Stunden und später wurde mikroskopisch geprüft, ob es zur Vegetation gekommen war. War dies der Fall, dann wurde noch durch Plattenaussaat aus dem Tröpfchen sichergestellt, dass es sich wirklich um die Entwickelung unseres Vibrio handelte. Die Kügelchen zeigten nun in der That eine grössere Widerstandsfähigkeit als die Kommas, die schon nach $^1/_4$ bis $^1/_2$ stündigem Trocknen abgestorben waren. Noch nach 12$^1/_2$ stündigem Trocknen kam es zur Vegetation, darüber hinaus fand aber keine Entwickelung mehr statt.

Es fehlte, da Herr Prof. Gruber inzwischen nach Wien berufen wurde, an Zeit, auch die Kügelchen aus typischen Proteusculturen auf ihre Widerstandsfähigkeit zu prüfen. Es muss daher dahingestellt bleiben, ob die Kügelchen meiner Vibrioform wirklich hinfälliger sind als jene, oder ob Finkler-Prior ihre Austrocknungsversuche nicht mit zu dicken, dem völligen Austrocknen hinderlichen Schichten angestellt haben.

Ueberblicken wir die vorstehende Beschreibung, so finden wir, dass sich die neue Vibrioform insbesondere durch ihr Verhalten auf Nährgelatine so wesentlich von dem Vibrio Proteus unterscheidet, dass man sie nach dem bisherigen Usus sofort als eine neue, bisher unbekannte Art hätte ansprechen müssen. Hervorgehoben sei auch, dass die erwähnten Wachsthumseigenthümlichkeiten während der über nahezu 4 Monate sich erstreckenden Untersuchung — wenn wir von unwesentlichen Modificationen

in bestimmten, später zu besprechenden Versuchen absehen — unverändert dieselben blieben.

Es war aber doch höchst merkwürdig, dass diese Vibrioart, die bei den Hunderten gleichzeitig angelegter anderer Culturen niemals beobachtet worden war, gerade in einer Vibrionencultur als Verunreinigung aufgetreten sein sollte. Es waren noch zwei andere Proteusculturen vorhanden, ungefähr von demselben Alter wie die, aus der die neue Form gezüchtet worden war; beide ebenfalls ursprünglich sicher rein und von Plattencolonien abgeimpft, jede von einer anderen Generation abstammend. Das Nächstliegende war, auch diese beiden Culturen auf das Vorhandensein der neuen Form zu untersuchen.

In der That wurde auch in diesen beiden, von denen die eine 375, die zweite 365 Tage alt war, dieselbe Form mit allen ihren Merkmalen neben typischem Proteus aufgefunden. Jetzt konnte man sich dem Gedanken nicht mehr entziehen, dass die beiden Formen in genetischem Zusammenhange stünden, dass man in der neuen Form eine Variationserscheinung des Proteus vor sich habe. Es schien, dass das lange Stehen der Cultur bei mangelndem Nährmateriale ihr Auftreten bedingt habe. Es wurden daher zu verschiedenen Zeiten Reihen von Gelatine-Sticheulturen angelegt, die ausnahmslos von typischen Plattencolonien des Proteus abgeimpft wurden. Von jeder Ausgangscolonie wurden gleichzeitig neue Platten angefertigt und so ihre absolute Reinheit sichergestellt. Von Zeit zu Zeit wurden nun aus diesen Stichculturen Gelatineplatten-Aussaaten gemacht und die Platten aufs Sorgfältigste nach Colonien des neuen Vibrio durchsucht. Es wurde dabei stets so verfahren, dass eine Platinöse voll der gut durchgeschüttelten Cultur in 10 ccm Fleischbrühe verbracht, daraus 2 Oesen voll in ein Gelatineröhrchen, aus diesen 6 Oesen in ein zweites Gelatineröhrchen übertragen wurden. Die Platte 1. Verdünnung, auf der die Keime zu dicht gestanden hätten, entfiel daher. Die Vertheilung auf den Platten 2. und 3. Verdünnung war in fast allen Fällen sehr günstig.

Diese Versuche bereiteten mir eine neue Ueberraschung. Bei Aussaat aus den Proteus-Sticheulturen, die nur 14 Tage und

3 Wochen lang gestanden hatten, erhielt man ausschliesslich typische Proteuscolonien. Als man aber aus älteren Culturen aussäete, erschien neben Proteus eine neue, bisher unbekannte Colonienform. Zum ersten Male wurde sie aus einer 54 Tage alten Cultur erhalten, die — nebenbei bemerkt — auch schon die vorhin beschriebenen Colonien lieferte.

Ich will diese Form, weil sie, wie sich bald herausstellte, die erste fixirbare Colonien-Variation des Proteus ist,

Vibrio I

nennen, obwohl ich ihre Bekanntschaft später als die des erstbeschriebenen, der weiterhin Vibrio II benannt werden soll, machte. Ich will sofort an ihre Beschreibung gehen.

Die 24 stündigen Colonien dieser Form auf Nährgelatine haben einen zart gewellten Rand, warzig höckerige Oberfläche und sind schon in diesem Alter bräunlich tingirt. Ihr Durchmesser beträgt 30 bis 40 μ. Die oberflächlich gelegenen besitzen bereits eine kleine Verflüssigungsstelle.

Nach 2 $\times$ 24 Stunden aber erkennt man bei 100facher Vergrösserung die in einem ziemlich tiefen Verflüssigungstrichter mit klarer Flüssigkeit liegenden Colonien als im durchfallenden Licht braune gleichmässig fein granulirte 380 bis 500 μ grosse, grobe Rundbuckel und Höcker bildende Massen. Der Contour ist äusserst unregelmässig; die tiefliegenden unterscheiden sich von den oberflächlichen nur durch ihren geringen Durchmesser und die compactere Form. Abgesehen vom allgemeinen Contour ist die Oberfläche eines jeden Knotens und Buckels glatt.

Nach 3 $\times$ 24 und 4 $\times$ 24 Stunden sind die oberflächlichen Colonien ca. 800 bis 1000 μ gross und haben einen den 3- bis 4fachen Durchmesser haltenden Verflüssigungshof. Im Centrum liegt eine braune Bacterienmasse, welche der Form und Grösse nach den 24- bis 48stündigen Colonien entspricht. In die klare Flüssigkeit sind mannigfach gefaltete, sehr dünne Membranen hinausgeschoben. Diese hinausgeschobenen Flächen rücken an der Peripherie des Verflüssigungshofes zu dichteren Massen zusammen und so erscheint im optischen Querschnitt die centrale Colonienmasse durch einzelne Brücken und Bänder mit der

peripheren Ringpartie verbunden. Es bietet dadurch die Colonie in diesem Alter ein eigenthümlich zerfressenes Aussehen dar. Unter Umständen bildet sich bei einzelnen 4 bis 6 Tage alten Colonien um die centrale Masse eine Trübung der Flüssigkeit in Gestalt eines graulich weissen Hofes aus, welcher nicht den Rand der Verflüssigungszone erreicht. Davon jedoch später. Bei den tiefliegenden lässt sich auch dieses regelmässige Hinausschieben nicht erkennen, in der Verflüssigungszone sind jedoch einzelne von der centralen Masse abgetrennte Partikel suspendirt, und diese ordnen sich in einer Kreiszone an, welche ungefähr in der Mitte zwischen Coloniencentrum und Peripherie des Verflüssigungshofes liegt.

Die mikroskopischen Individuen sind bei den 1 bis 2 Tage alten Colonien dieselben an Länge und Dicke variirenden Stäbchen wie in den früher beschriebenen und besitzen ebensowenig Bewegung wie diese. Am dritten Tage erscheinen schon zahlreiche Komma- und **S**-Formen, welche sich von den Vibrionen der typischen Proteuscolonien nicht unterscheiden lassen; ferner auch so wie dort Spiralen von 30 bis 40 μ Länge bei ca. 1 μ Dicke. In alten ausgebreiteten Colonien sind fast nur Kommas von Schraubenfäden zu finden, selten Stäbchen. Die Kommas alter Colonien zeigen im hängenden Wassertropfen nach einiger Zeit Bewegung, jedoch bei weitem nicht so lebhaft wie Vibrio Proteus.

Gelatinestichculturen von Vibrio Proteus und Vibrio I sind nicht zu differenciren. Ausser dem ein wenig langsameren Wachsthum des Vibrio I und einem nach 24 Stunden gebildeten seichten Verdunstungstrichter verhielten sich diese Culturen wie Proteusculturen. Nach 2 × 24 Stunden war längs des ganzen Impfstriches Verflüssigung eingetreten, die älteren Colonien hatten das spitzconische oder strumpfförmige Aussehen, die trübe Flüssigkeit, die zusammengeballten Vibrionenmassen in der Tiefe. Nach 14 Tagen bis 3 Wochen war die ganze Gelatine verflüssigt, im allgemeinen trat dieses später als bei gleich alten Proteusculturen ein.

Die mikroskopischen Individuen zeigen Komma- und **S**-Form, ebenfalls von denen der Proteusculturen nicht zu

unterscheiden, dann häufig steilgewundene Schrauben von 2 bis 4 Umgängen. Die Bewegung im hängenden Wassertropfen war unmittelbar nach der Entnahme träge, später (nach ca. 10 Minuten) wurde sie lebhafter.

Strichculturen auf Nähragar verhielten sich wesentlich wie bei Vibrio Proteus. Nach 24 Stunden war die Oberfläche des Nährbodens mit einem weissen Häutchen überzogen. Mikroskopisch erwies sich dieses aus kleinen, ziemlich gleichmässig gekrümmten Vibrionen von 0,4 bis 0,6 μ Dicke, 1,5 bis 3 μ Länge, darunter auch Schrauben mit 3 bis 4 Umgängen bei 30 μ und mehr Länge zusammengesetzt. Die Individuen waren schlecht färbbar, und am 4. Tage schon beobachtete ich das Auftreten von »Polkügelchen«.

Auch auf Kartoffeln übereinstimmendes Verhalten. Nach 5 bis 6 Tagen im Brutofen längs der Impfstriche gelbliche, glänzende Bänder, die sich endlich zu 2 bis 3 mm breiten, gelbbräunlichen, kleisterartigen Belegen auswachsen, während in der Umgebung die Kartoffel weisslich verfärbt wird. Auch hier Vergallertung der Membranen, Schleimbildung beim Anrühren mit Wasser. Quellung und Degeneration des Plasmaleibes.

In Fleischbrühe wächst Vibrio I sehr energisch. In 8 Stunden sind schon lange Spiralen und Kommas in grosser Zahl entwickelt. Eine Differenz in den Wuchsformen mit Vibrio Proteus, ausgenommen eine zeitliche (frühere Spiralenbildung) ist nicht erkenntlich. Wenn der Nährboden erschöpft zu werden beginnt, treten, nachdem die Spiralen alle in Komma- und **S**-Formen zerfallen sind, Polkügelchen auf. Auch hier deuten gewisse Wahrnehmungen auf einen Aufbau aus mehreren, meist 4 Zellen hin.

Es ergibt sich somit, dass zwar die Form der Colonien des Vibrio I auf Nährgelatineplatten in hohem Maasse von jenen der typischen Art verschieden ist, dass aber dieser Vibrio I in allen anderen Stücken sich fast identisch mit dem typischen Proteus erweist.

Es war daher von vorneherein höchst wahrscheinlich, dass diese Form aus dem typischen Proteus hervorgegangen sei.

Eine Bestätigung dieser Ansicht brachte zunächst die fortgesetzte Untersuchung der oben erwähnten Gelatine-Sticheulturen. Nach 33 tägigem Stehen bereits erhielt man einmal aus einer solchen Cultur neben den typischen Proteuscolonien solche der Form I.

Zur Erläuterung des ganzen Verfahrens diene ein Auszug aus dem einschlägigen Protokoll:

3. Jan. 1887.	Gelatine-Stichcultur von Vibrio Proteus.		
5. Jan.	Plattenaussaat ergibt Reincultur von Proteus.		
9. Jan.	3 Gelatinestichculturen von obiger Platte abgeimpft (1., 2., 3. Röhrchen).		
15. Jan.	Die 3 Röhrchen controlirt durch Aussaat: Reinculturen.		
11. Febr.	(Nach 33 Tagen) Aussaat vom 1. Röhrchen		
	auf Platte 3:	6	Vibrio Proteus[1])-Col.
		5	„ I-Col.
1. März	(Nach 46 Tagen) Aussaat vom 2. Röhrchen		
	auf Platte 3:	28	Vibrio Proteus-Col.
		4	„ I-Col.
		2	„ II-Col.
7. März	(Nach 53 Tagen) Aussaat vom 1. Röhrchen		
	auf Platte 2:	678	Vibrio Proteus-Col.
		105	„ I-Col.
11. März	(Nach 57 Tagen) Aussaat vom 3. Röhrchen)		
	auf Platte 3:	22	Vibrio Proteus-Col.
		2	„ I-Col.

Da ich in zahlreichen weiteren Parallelversuchen immer wieder[2]), aus ursprünglichen Proteus-Reinculturen die Form I erhielt, so ist es unzweifelhaft, dass sie aus dem Proteus hervorgeht[3]). Der Beweis dafür wurde dadurch geschlossen, dass es nicht allzu schwierig gelang, den Vibrio I wieder in typischen Proteus zurückzuführen, wenn es auch niemals gelang, die Umwandlung in der einen und anderen Richtung zu einer vollständigen zu machen. Dass die Form I ziemlich labil sei, ergab sich bald bei Plattenaussaaten aus ihren Stichculturen. Wurden sie nach ca. 14 Tagen vorgenommen, so erhielt man stets neben

1) Gezählt wurde in der Regel auf der dritten Platte, war jedoch dort ein zu ungünstiges Verhältnis, dann wenn möglich auf der zweiten Platte.

2) Mit wenigen Ausnahmen, bei denen sogleich Vibrio II auftrat. Siehe weiter unten.

3) Zeitmangel verhinderte mich, die zur Ausbildung des Vibrio I erforderliche Minimalzeit zu ermitteln.

den Vibrio I-Colonien solche des Proteus, während innerhalb der ersten 8 Tage stets nur Colonien der Form I erhalten wurden. Da die Erscheinung immer wieder auftrat, war an eine zufällige Verunreinigung mit Proteus nicht zu denken.

Es ergab sich dann weiter, dass in solchen älteren Stichculturen des Vibrio I, die Vibrio I- und die Proteus-Keime nicht gleichmässig vertheilt sind. Proben aus der, auf der Oberfläche der verflüssigten Gelatine gebildeten Decke enthielten stets weit zahlreichere Proteuskeime als solche aus der Tiefe des Röhrchens. So lieferte eine Aussaat aus der Haut einer 31 Tage alten Vibrio I-Cultur nur Proteuscolonien, eine gleichzeitige aus der Tiefe aber ein Gemisch beider Formen.

3. Jan. 1887.	Gel.-St.-C. des V. 1 von Platte.
5. Jan.	Plattenaussaat von obiger Gel.-St.-C.: Reincultur des V. 1.
7. Jan.	2 Gel.-St.-C. von Platte vom 5. Jan. 1887 (1. und 2. Röhrchen).
20. Jan.	(Nach 13 Tagen) Aussaat vom 1. Röhrchen
	auf Platte 3: 15 V. Proteus-Col.
	84 V. I-Col.
20. Febr.	(Nach 44 Tagen) Aussaat vom 1. Röhrchen
	auf Platte 3: 12 V. Proteus-Col.
	8 V. I-Col.
17. März.	(Nach 69 Tagen) Aussaat vom 2. Röhrchen
	auf Platte 3: 6 V. Proteus-Col.
	9 V. I-Col.

---

22. Jan.	Gel.-St.-C. von V. 1 von Platte am 20. Jan. 1887.
25. Jan.	Aussaat von obiger Gel.-St.-C.: Reincultur.
8. Febr.	(Nach 17 Tagen) Aussaat von der Haut an der Wand des Glases
	auf Platte 3: 135 V. Proteus-Col.
	6 V. I-Col.
22. Febr.	(Nach 31 Tagen). Aussaat vom selben Röhrchen:
	A. Oberflächliche Hant:
	auf Platte 2 und 3 nur Proteus-Col. (über 200 Proteus-Col. auf Platte 3).
	B. Aus der Tiefe:
	auf Platte 3: 11 V. Proteus-Col.
	14 V. I-Col.

Auch in anderen Culturen wurden ähnliche, wenn auch nicht so grosse Zahlenunterschiede zwischen Decke und Bodensatz constatirt. Es deutete dies darauf hin, dass der Zutritt des Sauerstoffes die Rückführung des Vibrio I in Proteus begünstige.

Da der Vibrio I auf Nähragar nur oberflächlich wächst, daher reichliche Sauerstoffzufuhr erhält, so schien die Cultur auf diesem Boden die Möglichkeit zu bieten, alle Individuen ausnahmslos wieder in Vibrio Proteus zurückzuführen. Eine Strichcultur im Agarröhrchen direct von der Platte abgeimpft, blieb 6 Tage im Brutofen und nach dieser Zeit wurden davon Aussaaten gemacht. Auf Platte 2 fanden sich 337 Colonien, davon aber nur 142 des Vibrio Proteus. 195 gehörten dem Vibrio I an. Um ja sicher zu gehen, wurden alle diese Colonien bei 100facher Vergrösserung gezählt und controlirt. Dabei machte ich nun eine andere Beobachtung.

Am 3. Tage zählte ich 195 gut erkennbare Vibrio I-Colonien, am 4. Tage aber wiesen nur mehr 159 die typischen Charaktere auf, die anderen hatten ihr Aussehen soweit verändert, dass die Diagnose nicht mehr mit Sicherheit zu stellen war. Bei so zahlreichen Colonien auf einer Platte war es nun unmöglich, jede einzelne in ihrer Entwickelung zu verfolgen, aber auf Platten, welche 20 bis 30 Colonien enthielten, konnte ich in der Folge beobachten, dass Colonien, welche in den ersten 3 Tagen völlig das Aussehen der Vibrio I-Colonien hatten, mit allen vorhin beschriebenen Eigenschaften am 4. Tage einen trüben Hof bekamen. Dieser Hof erreichte am 5. Tage den Rand der Verflüssigungszone. Die Flüssigkeit war nun trübe, und von nun an wäre die Colonie von einer typischen Vibrio Proteus-Colonie nicht zu differenziren gewesen, hätte sich nicht eine festere, centrale Masse erhalten, welche ja bei echten V. Proteus-Colonien nicht vorhanden ist. Die Aehnlichkeit ging so weit, dass auch endlich die für ältere Vibrio Proteus-Colonien charakteristische Marmorirung auftrat.

Um in dieser Angelegenheit klarer sehen zu können, wurde nun die Rückführung des Vibrio I in Vibrio Proteus auf die Weise versucht, dass ich ihn von Platte auf Platte übersäete, und dem Vibrio so immer Luft und Nahrung in reichem Maasse zuführte. Dabei hatte ich noch den grossen Vortheil, unanfechtbare Reinculturen vor mir zu haben. Anfangs wurde jeden 3. Tag eine charakteristische Vibrio I-Colonie

auf der vorhandenen Platte ausgewählt und nun davon wieder ausgesäet. Auf diesem Wege erhielt man aber immer und immer nur Colonien des Vibrio I. So war also nicht zum Ziele zu gelangen. Es stellte sich heraus, dass man der einzelnen Colonie längere Zeit zur Entwickelung lassen musste.

Liess man nämlich die Platten 4, 6 und 8 Tage stehen, bevor man Neuaussaaten davon anlegte, so fingen zuerst wenige, dann, je öfter man die Uebertragungen vornahm, desto zahlreichere Colonien an, einen trüben Hof zu bilden.

Säete man nun von solchen behoften Colonien aus, so erhielt man auf den neuen Platten neben den Colonien der Form I typische von Proteus. Je länger man die behoften Colonien sich selbst überliess, bevor man daraus aussäete (bis zu 10 Tagen), desto zahlreicher wurden in ihnen verhältnismässig die ächten Proteuskeime.

Ein Versuchsprotokoll möge den Hergang verdeutlichen.

1. März 1887.	Aussaat aus einer 4 Tage alten V. I-Col.
3. März.	Auf den Platten vom 1. März 1887 ausschliesslich V. I-Col. Neuaussaat (nach 3 Tagen).
8. März.	Auf Platte 3 vom 3. März 1887: 120 V. I-Col. (alle typisch). Neuaussaat (nach 5 Tagen).
15. März.	Auf Platte 3 vom 8. März 1887: 200 V. I-Col. (alle typisch). Neuaussaat (nach 7 Tagen).
22. März.	Auf Platte vom 15. März 1887: zahlreiche V. I-Col.; davon hatten ca 20 nach 3 Tagen einen trüben Hof gebildet. Neuaussaat aus typischer I-Col. (nach 7 Tagen).
24. März.	Auf Platte 3 vom 22. März: 37 typische V. I-Col.
25. März.	2 davon zeigen einen trüben Hof.
28. März.	Alle Colonien besitzen trüben Hof. Neuaussaat aus behofter Colonie (nach 6 Tagen).
31. März.	Auf Platte 3 vom 28. März: 84 typische Proteus-Col., 24 Vibrio I-Col.
1. April.	Nur mehr 18 typische V. I-Col. 6 bereits mit trübem Hofe versehen. Neuaussaat aus einer der 18 typischen V. I-Col. (nach 4 Tagen).
3. April.	Auf Platte 3 vom 1. April. 25 typische V. I-Col.
4. April.	Eine davon zeigt trüben Hof.
5. April.	3 Colonien besitzen trüben Hof.
6. April.	Alle Colonien haben trüben Hof. Die 3 zuerst veränderten sehen nun ganz proteusartig aus mit Ausnahme der compacten Centralmasse

u. s. w.

Eine Umwandlung aller Individuen in ächten Proteus erreichte ich allerdings nie. Das Wiederauftreten des Proteus in den einzelnen, ursprünglich typischen Vibrio I-Colonien beseitigt aber wohl jeden Zweifel an der Zusammengehörigkeit der beiden Formen.

Ihre ganze Verschiedenheit scheint ja überhaupt sehr geringfügig zu sein. Die ganze, so auffällige Verschiedenheit der Colonienform scheint lediglich vom Mangel der Eigenbewegung der Vibrio I-Form herzurühren, ein Mangel, der ja durch die Beobachtung im hängenden Tropfen direct constatirt worden ist. Der Verlust der Eigenbewegung ist vielleicht durch den Sauerstoffmangel im Bodensatze der alten Culturen bedingt. Reichlicher Sauerstoffzutritt zum verflüssigten, in seiner Nährfähigkeit vielleicht schon etwas herabgesetzten Substrat, scheint den geschwächten Keimen die Bewegungsfähigkeit wieder zu ertheilen (darauf deutet die Bildung des trüben Hofes in der verflüssigten Gelatine hin), und die wieder erworbene Fähigkeit wird unter günstigen Bedingungen auf die Nachkömmlinge weiter übertragen.

Dieselben Gelatine-Sticheulturen, welche zur Auffindung der Variationsform I des Proteus geführt und gelehrt hatten, dass das Auftreten dieser Form ein nahezu constantes Vorkommnis in älteren Proteusculturen ist, beweisen weiterhin die Zugehörigkeit auch des weit differenteren Vibrio II zum Proteus. Auch diese Form tritt regelmässig in alten Gelatineculturen dieser Art auf, es ist zu ihrer Bildung nur längere Zeit erforderlich.

Schon in dem, auf S. 384 abgedruckten Protokolle findet sich die Angabe, dass auf einer aus der ursprünglich sicher reinen Proteuscultur nach 46 Tagen ausgesäeten Platte neben Colonien der Form I auch 2 Colonien des Vibrio II aufgefunden wurden. Dasselbe Resultat wurde oft erhalten. Zuerst entsteht die Form I, später tritt neben ihr auch die Form II auf.

Manchmal tritt aber in den Proteus-Culturen, wenn sie genügend lange Zeit gestanden haben, auch sofort die Form II auf, ohne dass die Form I zur Beobachtung gekommen wäre. Die Ursache davon vermochte ich nicht aufzufinden. Auf einen derartigen Fall bezieht sich das nachfolgende Protokoll:

30. Nov. 1886. Proteus-Gel.-St.-C. von Platten.
14. Dec. Plattenaussaat davon gibt Reinaussaat der V. Proteus.
17. Jan. 1887. (48 Tage) Plattenaussaat von obiger Cultur
auf Platte 3: 34 V. Proteus-Col.
3 V. II-Col.
11. Febr. (73 Tage) Plattenaussaat von derselben Cultur
auf Platte 3: 176 V. Proteus-Col.
54 V. II-Col.
4. März. (94 Tage) Plattenaussaat von derselben Cultur
auf Platte 3: 22 V. Proteus-Col.
61 V. II-Col.

In Procenten ausgedrückt waren also nach 14 Tagen 0 %, nach 48 Tagen 8,1 %, nach 73 Tagen 23,5 % und nach 94 Tagen 73,5 % Vibrio II-Keime in der ursprünglichen Proteus-Cultur gebildet. Ich brauche wohl kaum zu erwähnen, dass dieses nicht das einzige Beispiel der Umwandlung ist, das mir zu Gebote steht. Die Erscheinung war allgemein.

Aber nicht allein aus ursprünglichen Proteus-Culturen, sondern auch aus Vibrio I-Culturen wurde nach längerem Stehen die Form II erhalten. Bei dem erwiesenen genetischen Zusammenhang der beiden ersteren ist dies auch nicht weiter verwunderlich.

Protokollauszug:

7. Jan. 1887. 2 Gel.-St.-C. des V. I von Platte vom 5. Jan. (1. u. 2. Röhrchen).
4. März. (56 Tage) Plattenaussaat aus dem 2. Röhrchen
auf Platte 2: unter ca. 1000 V. Proteus-Col. und V. I-Col.
2 V. II-Col.
auf Platte 3: 26 V. Proteus-Col.
6 V. I-Col.
12. März. (67 Tage) Plattenaussaat aus dem 1. Röhrchen
auf Platte 2: unter ca. 1500 V. Proteus-Col. und V. I-Col.
5 V. II-Col.
auf Platte 3: 6 V. Proteus-Col.
7 V. I-Col.

In dem Fall, wo nur einzelne Vibrio II-Colonien unter so vielen anderen eingestreut waren, wäre an eine zufällige Einsaat in die Vibrio I-Culturen leicht zu denken gewesen. Doch beseitigten weitere Nachforschungen diese Zweifel.

18. Jan. 1887. Gel.-St.-C. des Vibrio I von Platte.
31. März. (72 Tage) Plattenaussaat aus obiger Gel.-St.-C.
Auf Platte 3: 160 V. Proteus-Col.
157 V. II-Col.
keine V. I-Col.

22. Jan. 1887. Gel.-St.-C. des Vibrio I von Platte.
29. März. (66 Tage) Plattenaussaat daraus.
A. Hautdecke
auf Platte 3: 248 V. Proteus-Col.
18 V. II-Col.
B. Bodensatz in der Tiefe
auf Platte 3: 10 V. Proteus-Col.
7 V. II-Col.
In beiden Fällen keine V. I-Col.

In diesen beiden Culturen und noch mehreren anderen war nach ca. 70 Tagen keine Spur von der eingeimpften Form zu finden. Die Entwickelung war gleichzeitig in entgegengesetzter Richtung gegangen. Ein Theil der Keime hatte die alte Vollkraft wieder erlangt, ein anderer eine weitere Verminderung seiner Entwickelungsfähigkeit erfahren. Denn darum handelt es sich ohne Zweifel auch beim Entstehen des Vibrio II.

Wenn man bedenkt, wie verschiedenartig sich die Lebensbedingungen in verschiedenen Regionen einer Reagenzglas-Cultur gestalten können, wird man aus dem gleichzeitigen Ablauf zweier entgegengesetzter Entwickelungen in ihnen keine Bedenken gegen die Richtigkeit meiner Angaben schöpfen.

Das regelmässige, ja ausnahmslose Auftreten des Vibrio II in sicheren Reinculturen des Vibrio Proteus wurde von mir in so zahlreichen Parallelversuchen festgestellt, dass ich auch über die Abkunft dieser Form vom Proteus nicht die geringsten Zweifel hege, obwohl mir ihre Rückführung in Proteus oder Vibrio I nicht gelungen ist. Einmal ausgebildet, besitzt sie eine beträchtliche Stabilität, durch welche sie nur um so bemerkenswerther wird.

Es wurden jüngere und ältere Gelatine-Stichculturen, wochenlang bebrütete Fleischbrühculturen, Culturen auf Agar und auf Kartoffeln ausgesäet, stets erhielt ich wieder Platten, die als einzige Colonieform den Vibrio II aufwiesen. Es wurden nun Fleischbrühculturen in Erlenmeyer'schen Kölbchen von 4 zu 4, zuletzt von 2 zu 2 Tagen erneuert. Die eine Reihe wurde bei 37°, die andere im Wärmekasten bei ca. 20 bis 21° gehalten. In keinem Falle wurde ein befriedigender Erfolg erzielt. Das einzige, was ich dabei erreichte, war folgendes.

Nach 8 maliger Ueberimpfung in immer frische Fleischbrühe erhielt ich Colonien des Vibrio II, welche sich während der ersten 48 Stunden in nichts von den typischen, vorhin beschriebenen, unterschieden, als durch ihr etwas rascheres Wachsthum, in späteren Stadien aber dadurch, dass die verflüssigte Gelatine etwas trübe wurde, die Schleifen schneller zerrissen und ihre Bruchstücke sich im Verflüssigungshofe ringförmig anordneten. Die mikroskopische Wuchsform war unverändert dieselbe geblieben. Auch die von solchen Colonien abgeimpften Stichculturen zeigten etwas raschere Entwickelung und schwache Trübung der Verflüssigungszone, im übrigen waren sie aber unverändert: der tiefe Verdunstungstrichter noch vorhanden u. s. w.

Mit den beiden bisher beschriebenen waren die Variationsformen in alten Proteus-Culturen noch keineswegs erschöpft. Als die Culturen, von denen diese Untersuchung ihren Ausgang genommen hatte, noch älter geworden waren, erhielt man aus ihnen eine 3. neue Colonienform, die nun auch abweichende, mikroskopische Wuchsformen aufwies. Sie sei

Vibrio III

benannt. Ueber den Zeitpunkt ihres Auftretens enthalten die beiden folgenden Protokolle das Nähere.

5. Dec. 1885. Gel.-St.-C. des V. Proteus.
8. Nov. 1886. (338 Tage) Plattenaussaat von obiger Gel.-St.-C.
 1. V. Proteus-Col.
 2. V. II-Col. (erste Auffindung).
14. Dec. (375 Tage) Plattenaussaat von derselben Gel.-St.-C.
 1. V. Proteus-Col.
 2. V. II-Col.
 3. V. III-Col. (erste Auffindung).
25. März 1887. (176 Tage) Plattenaussaat von derselben Gel.-St.-C.
 1. V. Proteus-Col.
 2. V. III-Col.
 (Kein V. II auf den Platten).

---

17. Jan. 1886. Gel.-St.-C. des V. Proteus.
16. Jan. 1887. (365 Tage) Aussaat von obiger Gel.-St.-C.
 1. V. Proteus-Col.
 2. V. II-Col.

27. Febr. 1887. (435 Tage) Aussaat von derselben Gel.-St.-C.
1. V. II-Col.
2. V. III-Col.
(Keine Proteus-Col.)

In allen anderen viel jüngeren Culturen wurde vergeblich nach dieser Form gesucht. Es ist also längeres als einjähriges Stehen der Culturen für die Ausbildung dieser Form erforderlich. Sehr auffallend ist, dass in dem 476 Tage alten Röhrchen sich noch im allgemeinen typischer Proteus erhalten hatte. Allerdings war sein Wachsthum sehr verlangsamt. Ueberhaupt muss bemerkt werden, dass die beiden Culturen dem völligen Absterben nahe waren. Die Zahl der lebenden Keime war besonders in dem einen Röhrchen schon auf ein Minimum herabgesunken. Auf der Platte 2. Verdünnung erhielt ich, statt wie sonst 1000 bis 3000, nur 9 Colonien, auf der 3. Verdünnung selbstverständlich keine einzige. Diesen Umständen gemäss zeigt denn auch Vibrio III deutliche Symptome von Lebensschwäche.

Die Entwickelung auf Gelatineplatten ist äusserst langsam. Nach 2 × 24 Stunden sind kleine ca. 270 μ im Durchmesser haltende, glattrandige Colonien von grobkrümeligen, oberflächlich grubigen Ansehen zu beobachten. Nach 3 × 24 Stunden haben die tiefliegenden einen feingezähnelten Rand und im durchfallenden Licht bräunliche Farbe; die oberflächlichen sind grösser, ca 0,8 bis 1,5 mm im Durchmesser, haben einen dunklen, braunen, centralen Kern, um welchen herum eine breite, helle Ringzone sich findet, der periphere Contour ist wieder etwas bräunlich. Die ganze Colonie besteht aus einem äusserst wirren Netzwerk von Fasern und Schleifen ähnlich jenen des Vibrio II, jedoch bedeutend zarter. Auffallend ist ferner, dass vom Rande der Colonie Stränge in radialer Richtung 70 bis 100 μ weit in die Verflüssigungszone hineinragen, so dass die sonst ziemlich regelmässig contourirte Colonie wie mit einem Strahlenkranz umgeben aussieht.

Bei dem langsamen Wachsthum bildet sich, da auch die Verflüssigung nicht energisch ist, ein sehr tiefer Verdunstungstrichter. Bei auffallendem Lichte sind die in der Tiefe dieses Trichters

liegenden Colonien des Vibrio III von jenen des ihm sehr ähnlichen Vibrio II schon mit freiem Auge oder mit der Lupe an ihrer Farbe zu unterscheiden. Während Vibrio II gelblichweiss erscheint, sind die Colonien des Vibrio III rein weiss oder mehr bläulich weiss.

Im Verlaufe der weiteren Entwickelung der Colonien ändert sich deren äusseres Ansehen sehr wenig, mit der fortschreitenden Verflüssigung der Gelatine treten die Fasern und Schleifen immer weiter auseinander, das Netzwerk wird grossmaschiger, endlich reissen Partikel davon ab und bleiben in der Flüssigkeit suspendirt, so dass dadurch dieselbe etwas trübe erscheint.

So wenig abweichend im Grossen und Ganzen diese Colonienform von der des Vibrio II ist, um so grösser ist die Differenz der mikroskopischen Wuchsformen. Es sind dies 5 bis 150 μ, der Hauptsache nach aber 8 bis 12 μ lange, 0,8 bis 1,0 μ dicke, in der Regel **S**-förmig aber auch Komma- und hufeisenförmig gekrümmte Vibrionen. Besonders auffallend sind die nicht seltenen, zum Ring geschlossenen und darüber hinaus gebogenen (**8**) Formen. Im hängenden Wassertropfen liessen erst nach 10 Minuten langem Stehen einzelne Individuen Bewegung erkennen.

Die langen Spiralen waren theilweise regelmässig flach und steil gewunden, oft aber nur gekrümmt und geschlängelt. Es wechselte dies an ein und derselben Schraube gerade so wie deren Dicke. Peitschenschnurförmige Spiralen, deren Dicke an einem Ende auf das Doppelte des anderen stieg, waren nicht selten; auch geisselförmige in einer Ebene spiralig eingerollte[1]) Formen kamen vor.

Gelatinestichculturen dieses Vibrio, verglichen mit gleichzeitigen des Vibrio II, liessen denselben tiefen Verdunstungstrichter, die langsame Verflüssigung, welche nach oben zu intensiver, nach unten zu immer schwächer wurde, erkennen. Die Flüssigkeit war jedoch schwach trübe; die Vibrionen, welche jenen von der Platte vollkommen gleich waren, liessen eine, wenn auch nicht lebhafte, Beweglichkeit im hängenden Tropfen erkennen.

1) Vielleicht nur infolge der Präparation zusammengedrückte, äusserst flach gewundene Spiralen.

Stichculturen auf Agar hatten im Brütkasten nach 3 Tagen zu beiden Seiten des Impfstriches einen ca. 4 mm breiten, unregelmässig contourirten weisslichen Belag gebildet, der sich in der Folge wenig verbreiterte Mikroskopisch waren Vibrionen von demselben Habitus wie die oben beschriebenen zu beobachten, jedoch mit etwas kleineren Dimensionen, 0,5 bis 0,7 μ dick, 7 bis 10 μ lang.

Nach 3 Wochen abermals untersucht, liess dieselbe Colonie die eingetretene Degeneration erkennen. Das Bild derselben entsprach völlig dem bei den anderen Formen. Es war aber auch eine grosse Menge von Arthrosporen im Präparat erkennbar, die mit ihren gequollenen Membranresten aneinandergeklebt das Bild einer Kokkenzoogloea vortäuschten.

Wiederholte Versuche, diesen Vibrio auf den alten Kartoffeln zu züchten, misslangen, es mag daran wohl das Material Schuld sein, vielleicht aber auch die geringe Lebenskraft des Vibrio selbst.

Bemerkenswerth sind die Wuchsformen in Fleischbrühe. Nach 2 $\times$ 24 Stunden bei Zimmertemperatur ist die Flüssigkeit stark getrübt und die Trübung zeigt beim Umschütteln eigenthümlichen Seidenglanz. Mikroskopisch findet man sehr lange Spiralen (von 200 μ Länge und weit darüber) mit sehr lebhafter Eigenbewegung. Diese Spiralen besitzen an allen Stellen ziemlich gleiche Dicke (0,8 μ), sind unregelmässig gewunden, stellenweise fast gerade, dann wieder sehr flach geschraubt, an manchen Stellen Knäuel bildend. Durch ihren Zerfall entstehen die 8 bis 10 μ langen Kommas und **S**-Formen, wie sie auch auf den Gelatineplatten zu sehen sind. — Schon nach 3 $\times$ 24 Stunden treten eigenthümliche Involutionsformen auf, die dadurch Interesse bieten, weil sie die Analoga der Ferran'schen Körperchen des Choleravibrio sind.

Zwischen den Spiralen und Kommas sieht man dann grosse, feinkrümelige Plasmakugeln mit 5 bis 7 μ Durchmesser herumschwimmen. Meist besitzen sie gegen das Centrum hin stärkere Körnung. Eine distincte Membran ist nicht wahrnehmbar. Häufig scheinen sie ganz isolirt zu sein, bei genauerem Zusehen findet

man aber an jeder solchen Kugel an ein oder zwei Stellen die Reste des Kommas, aus dem sie entstanden ist. In der Regel sitzt die Kugel an deutlich erkennbaren Spiralfäden oder Kommas auf, entweder am Ende oder an irgend einer Stelle im Verlaufe. Im letzteren Falle ist dann der Faden stets an dieser Stelle abgeknickt. Die Kugel schwimmt bei der Bewegung im hängenden Tropfen immer voran, wie es scheint, von den lebhaft rotirenden Fadenanhängen geschoben.

Sehr oft beobachtete ich, dass der Vibrio in seiner ganzen Ausdehnung bis knapp vor die Kugel geschrumpft war, als hätte er zur Bildung derselben seinen ganzen plasmatischen Inhalt hergeben müssen. Insbesondere schön sah man letzteres, wenn man auf dem Deckglas die Vibrionen in dem noch nicht ganz eingetrockneten Präparat mit einem Tropfen Sublimatlösung oder Osmiumsäure rasch tödtete und fixirte und dann mit Rubin färbte. Die Plasmakugeln blieben dann zum grössten Theile erhalten (während sie beim einfachen Antrocknen zu Grunde gehen) und färbten sich gut, besonders zahlreiche Körnchen im Centrum derselben, der anhangende Schraubenrest war deutlichst geschrumpft und als Inhalt der Membran waren nur einige stark färbbare Körnchen zu bemerken.

Die Entstehung dieser Gebilde zu verfolgen, mangelte die Zeit. Ich möchte aber bemerken, dass die Bilder sehr häufig den Eindruck machten, als entstünden die Plasmakugeln durch Verschmelzung der eine Schlinge oder einen Knoten bildenden Fadentheile. Sehr häufig sieht man bei den oben erwähnten Ringen das Innere mit gequollener, plasmatischer Masse ausgefüllt. Ebenso häufig konnte man an den grossen Plasmakugeln einen ringförmigen, stärker färbbaren Wulst oder auch einen, die Oberfläche schraubenartig in ein und mehreren Umgängen umziehenden Wulst erkennen. Sicher ist auch, dass die oben erwähnten Schlingen am zweiten Tage häufig sind, vom 3. Tage an aber gleichzeitig mit dem Auftreten der Plasmakugeln an Zahl abnehmen.

Nach Fructification haben diese Gebilde, die, nach mündlicher Mittheilung Prof. Gruber's ganz ebenso in Culturen von Vibrio

Proteus in 1 % Fleischextract bei 39 bis 40 ° auftreten, natürlich nicht das Geringste zu thun. Neben diesen Degenerationen kommt es auch in der Fleischbrühe zur Bildung der »Arthrosporen«.

Versuche, Vibrio III in eine der anderen Formen überzuführen, hatten keinen entsprechenden Erfolg. Fortgesetzte Uebertragungen in Fleischbrühe schwächten ihn derart, dass schliesslich das Wachsthum gänzlich ausblieb. Es wurden dann Aussaaten auf Nähragar gemacht. Nach mehrtägigem Stehen im Brutofen wurde auf Gelatineplatten ausgesäet, von hier wieder auf Agar überimpft und diese Procedur mehrmals wiederholt. Sie brachte aber keine andere Wirkung hervor, als dass die älteren Colonien auf der Platte durch Trübung des Hofes und lebhaftere Eigenbewegung der Vibrionen dem Proteus ähnlicher wurden. Die jüngeren Colonien und die mikroskopische Wuchsform blieben stets unverändert.

Trotzdem dürfte kein Zweifel über die Herkunft auch dieser Form bestehen. Stellt sie doch in ihrem ganzen Verhalten nur eine Abschwächung des Vibrio II dar, mit langsamerem, schwächlicherem Wachsthum und geringerer Fähigkeit, Leim zu peptonisiren.

Bei Beginn der vorstehenden Untersuchungen, als eine der beschriebenen Formen nach der anderen aufgefunden wurde, erschien es, als ob sie scharf von einander geschieden seien. Als aber die Merkmale der einzelnen Formen aufs Genaueste studirt wurden, nachdem der Blick für die Unterschiede geschärft war, stellte es sich heraus, dass zwischen den beschriebenen, stabileren Formen zahlreiche Uebergänge existiren, Uebergänge mit viel labileren Charakteren, die aber doch durch eine oder mehrere Generationen (Umzüchtungen) vererbt wurden.

Finkler-Prior bezeichneten die Colonien ihres Vibrio auf Nährgelatine als gelblich gefärbt, andere Autoren schildern sie als gelbbraun. Ich fand auf den Platten beiderlei Colonien neben einander. Insbesondere bei Aussaaten aus älteren Proteus-Culturen entwickelten sich neben gelben im Uebrigen typische Colonien mit im durchfallenden Lichte tief brauner Farbe, und diese Colonien wuchsen langsamer als die anderen.

Bei der Aussaat einer 30 Tage alten Vibrio I-Cultur fanden sich neben typischen gelben Proteus- und neben Vibrio I-Colonien auch solche braune. Unter den 25 Colonien auf der 3. Platte waren 11 Proteus- und 14 Vibrio I-Colonien. Nach 3 Tagen waren bloss 3 von den 11 Proteus-Colonien völlig typisch, gelb und rasch wachsend. Die übrigen 8 waren viel kleiner, braun und hatten ein compactes Centrum ausgebildet. Nach 5 Tagen hatten 5 der letzteren den Proteus-Charakter völlig angenommen, die 3 anderen aber bewahrten noch neben der Form des ächten Proteus die braune Farbe und die geringere Grösse der Vibrio I-Colonien. Die Verflüssigung der Platte hinderte weitere Beobachtung. Einmal aufmerksam gemacht, fand ich aber diese 2 Formen bei den Aussaaten sehr häufig wieder vor, sowie auch Colonien, die in der Jugend den Habitus von Vibrio I, im Alter den des typischen Proteus hatten.

Ohne Zweifel stellen die braunen, langsamer wachsenden Proteus-Formen den Uebergang der typischen Form zur voll ausgeprägten I-Form dar.

Ebensowenig fehlte es an Zwischenformen zwischen Vibrio I und II. Es war bei der Durchzählung der Platten bei 100facher Vergrösserung, oft sehr schwer zu entscheiden, ob man eine Colonie der I. oder der II. Form zuzählen sollte. Manche Colonien hatten ganz das knotige, höckerige Aussehen, die braune Farbe der Form I, vom Rande der centralen Maasse wurde aber dann nicht die faltige, kragenartige Membran ausgesendet, sondern Schleifen und Bänder, die nur nicht so glatt und schön gewunden waren, wie die in den Colonien der voll ausgebildeten Form II.

Das Vorhandensein dieser Uebergangsformen, deren Zahl zu gross ist, als dass sie hier alle geschildert werden könnten, muss die letzten Zweifel an dem genetischen Zusammenhang der 4 geschilderten Abarten benehmen.

Wir sind also im Laufe dieser Untersuchung zu einem, wie ich glaube, sehr bemerkenswerthen Ergebnisse gekommen. In all dem heissen Kampfe, der über Monomorphismus und Pleomorphismus der Bacterien geführt wurde, blieb bisher Eines

völlig unberührt, wurde Eines von allen Seiten als der »ruhende Pol in der Erscheinungen Flucht« angesehen: die Form der Colonien auf festem Nährboden. Je mehr man sich von der Breite der Schwankungen der Grössenverhältnisse der Einzelexemplare in ein und derselben Colonie überzeugte (ich erinnere nur an den Bac. typhi abdom.), je zahlreicher die Fälle wurden, in denen nachgewiesen war, wie wenig es, in manchen Fällen wenigstens, mit der einst gerühmten Constanz des Dickendurchmessers, dem constanten Verhältnisse von Länge und Breite, der typischen Beschaffenheit der Enden der Einzelexemplare auf sich hat, wie unsicher die Abgrenzung zwischen Kugel-, Stäbchen- und Schraubenform sei (man denke nur an die Zeit, als man an der Steilheit oder Flachheit der Schraubenumgänge, ja an der Zahl der Umgänge sichere Art-Merkmale zu haben glaubte und vergleiche damit den Ausspruch Flügge's (Die Mikroorganismen 2. Aufl. S. 137) »es dürfte unmöglich werden, die Gattung Spirillum als selbständige Abtheilung aufrecht zu erhalten«, desto mehr wurde man dazu gedrängt, die Form der Colonien als zuverlässiges Merkmal für die Artunterscheidung zu verwenden. Hüppe[1]) hat bereits mit Recht bezüglich des Verfahrens, die von so vielen äusseren Umständen mitbedingte Colonienform, unter weitgehender Vernachlässigung der mikroskopischen Wuchsformen, als begründendes Art-Merkmal zu verwenden, zur Vorsicht gemahnt.

Die vorliegende Untersuchung liefert den Beweis, wie sehr diese am Platze ist.

Aus ein und derselben Bacterienart wurden 4 Formen gezogen, die in ihrer Colonienform (theilweise auch in der mikroskopischen Wuchsform) durchgreifende Verschiedenheiten zeigen und von denen wenigstens drei (der typische Proteus, Vibrio II und Vibrio III) diese unterscheidenden Merkmale mit solcher Zähigkeit bewahren, dass sie einzeln für sich untersucht, — nach dem bisher geübten Modus der Artbestimmung — zweifellos als besondere Arten aufgefasst werden müssten.

Man wird gut thun, vorläufig nicht zu weit gehende Schlüsse aus diesen Thatsachen zu ziehen.

1) Die Formen der Bacterien. Wiesbaden 1886 S. 83.

So bedeutend die Unterschiede im Aussehen der Colonien auf Nährgelatine sind, so lassen sie sich doch mit grosser Wahrscheinlichkeit auf verschiedene Grade von Abschwächung der Wachsthumsenergie überhaupt, der Fähigkeit die Gelatine zu verflüssigen und der Eigenbewegung zurückführen; Abschwächungsvorgänge, die gewiss nicht bedeutsamer sind, als der Verlust der Fähigkeit, Sporen zu bilden, der Gärthätigkeit, der Virulenz. Gegen die Verwendung der Colonienform von, die Gelatine nicht verflüssigenden Bacterien zur Artbestimmung bringt die vorliegende Untersuchung kein thatsächliches Material bei Sie muss aber zur Vorsicht mahnen, bei der Bestimmung der verflüssigenden Arten. Dass bisher keine anderen Beispiele von Variationen der Colonieform beobachtet worden sind, beweist keineswegs, dass sie nicht existiren. Man stelle sich nur auf den Standpunkt eines Voreingenommenen, von der absoluten Constanz der Colonieform Ueberzeugten. Er wird entweder einem solchen Vorkommnis, wie es Prof. Gruber beobachtet hat, gar keine Aufmerksamkeit schenken und nur trachten, die »verunreinigte« Cultur zu reinigen oder die fremde Form ohne weiteres als neue Art beschreiben. Auch Prof. Gruber hätte schwerlich darauf geachtet, wenn nicht die Aehnlichkeit der »verunreinigenden« Colonie mit dem Choleravibrio sein Interesse in Anspruch genommen hätte.

Auch der beobachteten Wuchsformen muss ich mit einigen Worten nochmals gedenken. Ich glaube, dass meine Beobachtungen neuerdings beweisen, wie variabel bei manchen Arten diese Wuchsformen sind. Ich bin überzeugt, dass die weitere Forschung über die Morphologie der Bacterien erhärten wird, dass man im allgemeinen nur den Satz formuliren kann, dass jede Bacterienart (oder Bacterienvarietät) unter bestimmten äusseren Bedingungen auf bestimmtem Nährboden stets dieselben Wuchsformen in derselben Reihenfolge zeigt, dass aber auf verschiedenen Nährböden, unter verschiedenen Bedingungen manche Bacterienarten nach Grösse, Form und Habitus verschiedene Wuchsformen besitzen, dass man nicht berechtigt ist, nur eine dieser Formen als normale, alle andern kurzweg als pathologische zu bezeichnen, geschweige denn, dass man sie sofort als solche zu erkennen im

Stande wäre, dass sich daher ferner als Princip für die Artbestimmung ergibt, alle Wuchsformcomplexe auf den verschiedenen Nährböden heranzuziehen [1]).

Zum Schlusse erlaube ich mir, Herrn Prof. Gruber für die Ueberlassung des Ausgangsmateriales sowie dafür, dass er mir während der ganzen Untersuchung berathend zur Seite stand, meinen tiefgefühlten Dank auszusprechen.

Nachschrift von M. Gruber.

Leider wurde Herr Firtsch durch meine Berufung und Uebersiedelung nach Wien in seiner Untersuchung über die näheren Bedingungen der Entstehung der einzelnen Proteus-Formen unterbrochen. Ein weiterer Uebelstand war, dass mir durch viele Monate die Vornahme bacteriologischer Arbeiten unmöglich war und während dieser Zeit alle Culturen der hier beschriebenen Formen abstarben. Leider kann ich deshalb keine Auskunft darüber geben, wie lange Vibrio II und III mit unveränderten Eigenschaften weiter gezüchtet werden können.

Ich habe jedoch neuerdings Versuche gemacht, die 3 Abschwächungsformen wieder zu erlangen und diese sind auch bezüglich des Vibrio I und II vollständig gelungen. Für die Ausbildung der Form III war die Dauer der Versuche bisher zu kurz. Sowohl aus einer von Herrn Dr. Eisenberg mir überlassenen, aus Berlin stammenden Proteuscultur als auch aus einer Cultur, die ich der Freundlichkeit des Herrn Prof. Klemensiewicz in Graz verdanke, wurde nach 45 resp. 27 Tagen Vibrio I, nach 120 resp. 104 Tagen Vibrio II gezüchtet. Allerdings waren diese Formen in den beiden ursprünglichen Agarculturen nur in spärlicher Zahl entstanden. Sehr reichlich fanden sie sich jedoch in davon abgeimpften Gelatine-Stichculturen nach je 85 Tagen vor. Ebenso konnte aus Culturen des Vibrio I nach 73 Tagen Vibrio II isolirt und gleichzeitig auch der Rückschlag eines Theiles von Vibrio I in typischen Proteus constatirt werden. Alles also in voller Uebereinstimmung mit den Angaben des Herrn Firtsch.

1) Vgl. M. Gruber, Wien. med. Wochenschrift 1885 Nr. 9 u. 10.

Tafelerklärung.

Tafel V.

Gelatinestichculturen von Vibrio Proteus, Vibrio I, Vibrio II und Koch's Vibrio, von welchen Vibrio Proteus, Vibrio II und Koch's Vibrio gleichzeitig bei Zimmertemperatur gezogen, Vibrio I später mit Vibrio II und Vibrio Proteus verglichen wurde.

Alle Culturröhrchen median durchschnitten gedacht.

Tafel VI.

Fig. 1 bis 5 Vibrio I.

Fig. 1. Eine 2 × 24 Stunden alte Gelatine-Platten-Colonie des Vibrio Proteus (oberfl. Col.).

Fig. 2. Eine 2 × 24 Stunden alte Gelatine-Platten-Colonie des Vibrio I (oberfl. Col.).

Fig. 3. Eine 2 × 24 Stunden alte Gelatine-Platten-Colonie des Vibrio II (oberfl. Col.)

Fig. 4. Ausschnitt aus einer 4 × 24 Stunden alten Gelatine-Platten-Colonie des Vibrio II (oberfl. Col.).

Fig. 5. Querschnitt aus einer 4 × 24 Stunden alten Gelatine-Platten-Colonie des Vibrio I (oberfl. Col.) im optischen Querschnitt.

Fig. 6 bis 11 Vibrio II.

Fig. 6. Haarflechtenartige Spirale aus einer 10 Stunden alten Fleischbrühcultur.

Fig. 7. Spirale aus einer 10 Stunden alten Fleischbrühcultur, unregelmässig gewunden, an einem Ende 1,5 μ, am andern 0,7 μ dick; *a*, *a*, ... eingeschnürte Stellen.

Fig. 7b. Ausgezogene Theilungsstellen, stärker vergrössert nach 7a.

Fig. 7c. Theilungsstelle nach der Trennung.

Fig. 8. Peitschenschnurförmige Spirale 0,7 μ bis über 1,5 μ dick, mit Andeutung der beginnenden Theilung.

Fig. 9. Kommas aus einer 8 Tage alten Kartoffelcultur mit Rubin gefärbt. Individuen theilweise intact, theilweise gequollen x, x, . . . partiell gequollene Individuen.

Fig. 10. 2 isolirte Dauerkügelchen und Kommas die Anordnung der Kügelchen in ihnen zeigend; aus einer 48 Stunden alten Deckglascultur.

Fig. 11. Lange Schraubenfäden mit einzelnen Arthrosporen aus einer 10 Tage alten Fleischbrühcultur.

Fig. 12. Vibrio III. Ferran'sche Körperchen in einer 48 Stunden alten Fleischbrühcultur:

a) an einer geschrumpften Spirale,
b) an einem Komma,
c) an einer Spirale.

Bemerkung. Wo keine Vergrösserungszahl angegeben ist, sind die Bilder unter Anwendung der Homogenimmersion übermässig gross gezeichnet.

Colorimetrische Bestimmung von Eisen in Mineral-, Brunnen-, Quell- und Flusswasser.

Von

Dr. Adolph F. Jolles.

(Aus dem hygienischen Universitäts-Institute in Wien.)

Die vergleichend-colorimetrische Methode, die ich zur Bestimmung von Eisen im Wasser mir in Vorschlag zu bringen erlaube, gründet sich auf die Farbennuance, welche das Rhodanammonium in Lösungen, welche nur minimale Spuren von Eisenoxydsalzen enthalten, hervorbringt. Man vergleicht in ähnlicher Weise wie bei der colorimetrischen Bestimmung des Ammoniaks im Wasser die Farbennuance, welche der Zusatz von Rhodanammonium zu einer bestimmten Menge des zu prüfenden Wassers hervorgebracht hat, mit jenen Schattirungen, welche durch Zusätze derselben Menge der Rhodanammoniumlösung zu verschiedenen Wasserproben entstanden sind, welche genau gekannte, abgestufte, kleine Mengen von Eisenoxyd enthalten und welche auf das gleiche Volumen wie das zu prüfende Wasser gebracht worden sind. Man sucht nun aus der Reihe der Proben von bekanntem Eisengehalte diejenige heraus, deren Färbung mit der zur Untersuchung vorliegenden Wasserprobe übereinstimmt: beide enthalten die gleiche Menge Eisenoxyd.

Hierbei ist zu berücksichtigen, dass, wenn eine Schätzung der Eisenmengen aus dem Farbenunterschiede noch möglich sein soll, die Eisenmengen im Wasser nach oben wie nach unten nicht über gewisse Grenzen hinausgehen dürfen. Diese Grenzen

sind für 100 cbm 0,4 mg nach oben und 0,05 mg nach unten. Demnach wird man bei einem geringeren Eisengehalt als 0,05 mg für 100 ccm auf die quantitative Bestimmung desselben nach dieser Methode überhaupt verzichten und bei einem solchen, der mehr als 0,4 mg in 100 ccm Wasser beträgt, eine entsprechende Verdünnung vornehmen müssen. Zur Ausführung der colorimetrischen Bestimmung ist vor allem eine Lösung von genau bekanntem Gehalte an Eisenoxyd nöthig. Dieselbe erhält man aus einem durch mehrmaliges Umkrystallisiren erhaltenen Eisenoxyd-Ammoniak-Alaun. Man löst am besten 0,4306 g unter Zusatz einer geringen Menge verdünnter Salzsäure zu einem Liter auf, so dass jeder Cubikcentimeter dieser Lösung 0,00005 g Fe resp. 0,00035 g Fe_2O_3 entspricht. Zur Ausführung der colorimetrischen Methode wird man bei Brunnen-, Quell- und Flusswasser, die durchschnittlich nur geringe Eisenmengen — sowohl in Form von Oxyd- als Oxydulverbindungen — enthalten, eine entsprechende Concentration durch Eindampfen eines oder eines halben Liters auf ca. 200 resp. ca. 100 ccm und nachheriges Auffüllen bis zur Marke vornehmen müssen. Bei Mineralwasser, das sich meistens durch einen verhältnismässig höheren Gehalt an Eisensalzen auszeichnet, muss man sich durch einen Vorversuch Gewissheit darüber verschaffen, ob die in dem zu untersuchenden Wasser befindlichen Mengen von Eisen für eine colorimetrische Vergleichsreaction nicht zu beträchtlich sind.

Die Ausführung der colorimetrischen Bestimmung geschieht zweckmässig wie folgt: Man bringt 100 cbm des zu prüfenden Wassers in einen engen Cylinder von farblosem Glase, in welchem diese Flüssigkeitsmenge eine 18 bis 20 ccm hohe Schicht einnimmt und beobachtet die Färbung, welche nach dem Versetzen des Wassers mit 5 ccm der Rhodanammoniumlösung (7,5 g auf 100 cbm) und 1 ccm verdünnter Salzsäure (1 : 3) eintritt. In 4 andere gleich beschaffene Cylinder bringt man der Reihe nach 1, 3, 5, 7 ccm der Eisenoxydlösung, füllt überall bis zur Marke mit destillirtem Wasser auf, stellt dann alle Cylinder auf eine weisse Unterlage und sieht von oben hinein. Die hier zum Vergleiche kommenden Farbennuancen bewegen sich im Gelblich-

bis Röthlichbraunen und hat man sich, da der Höhepunkt der Reaction erst nach einigen Minuten erreicht wird, mit der Vergleichung nicht zu beeilen. Trifft die Farbennuance der Untersuchungsprobe mit jener der Vergleichsprobe I, II, III, IV zusammen, so enthält sie 0,05 resp. 0,15 resp. 0,25 resp. 0,35 mg Eisen; fällt die Nuance zwischen die zweier Vergleichsproben, so entspricht sie einem Eisengehalte, welcher zwischen dem dieser beiden Vergleichsproben gelegen ist und kann eventuell noch genauer durch einen zweiten Versuch bestimmt werden. — Selbstverständlich erhalten wir durch obiges Verfahren nur Aufschluss über den Gehalt des Wassers an Eisenoxyd.

Behufs Bestimmung des Gesammtgehaltes eines Wassers an Eisen, d. h. des von Oxyd- und von Oxydulsalzen herrührenden Eisens, oxydirt man die zur colorimetrischen Bestimmung entsprechend concentrirte Wassermenge mit einigen Tropfen concentrirter Salpetersäure, füllt bis zur 100 ccm Marke auf, setzt 5 ccm der Rhodanammoniumlösung hinzu und geht dann in oben angegebener Weise vor. Wir vermögen demnach z. B. bei Mineralwasser sowohl das Eisenoxyd als das Eisenoxydul zu bestimmen, indem wir einmal ohne vorangegangene Oxydation den Eisenoxydgehalt des Wassers colorimetrisch bestimmen, dann die Bestimmung nach erfolgter Oxydation der entsprechenden Wassermenge ausführen; die Differenz ist auf das im Wasser enthaltene Eisenoxydulsalz zurückzuführen.

Es kann gegen die allgemeine Anwendbarkeit der auf der Rhodanammoniumreaction beruhenden Methode der Einwand erhoben werden, dass bei Gegenwart von Nitraten, Nitriten [1]), sowie von Chloriden und Carbonaten der Alkalien und alkalischen Erden [2]) die durch Rhodanammonium hervorgerufene Farbennuance beeinträchtigt wird. Ich habe nach dieser Richtung ein-

1) Bekanntlich wird eine Lösung, welche gleichzeitig Salpetersäure und salpetrige Säure enthält, durch Rhodankalium ebenfalls roth gefärbt. Sie tritt besonders leicht ein, wenn man Rhodankalium zu einer warmen, salpetersäurehaltigen Flüssigkeit setzt.

2) »Beeinträchtigung der Rhodan-Eisenreaction durch Salze der alkalischen Erden«. Von H. Werner. Zeitschrift für analyt. Chemie Bd. 22.

gehende Versuche angestellt, bei denen ich die Intensität der Farbmengen verglich, welche durch Rhodanammon in Wasserproben von gleichem Eisengehalte bei Abwesenheit und bei Anwesenheit der erwähnten Substanzen in graduell abgestuften Mengen hervorgebracht wurden. Meine Versuche führten mich zu dem Schlusse, dass die Nitrate, sowie die Chloride und Carbonate der Alkalien die Farbenreaction nicht beeinträchtigen, die Nitrite, sowie die Chloride und Carbonate der alkalischen Erden erst in einer solchen Concentration einen störenden Einfluss auszuüben vermögen, wie sie in einem Wasser — selbst unter Berücksichtigung der Concentration eines Liters auf ca. 100 ccm — nie beobachtet wird, so dass die Intensität der Rhodanreaction unter allen Umständen dem Gehalte des Wassers an Eisenoxydsalz proportional ist.

Herr Prof. Gruber hatte die Freundlichkeit, mir verschiedene Wässer mit wechselndem Eisengehalte — deren Gehalt an Fe bekannt, mir aber verheimlicht war — zur Untersuchung zu überreichen und gelangte ich durchweg zu befriedigenden Resultaten Ich lasse einige Beleganalysen folgen:

	Eisenalaun im Liter gewogen:	Eisenalaun im Liter gefunden:
1.	0,3993 g	0,3958 g 0,3958
2.	0,105 g	0,1032 g 0,1032
3.	0,0256 g	0,0300 g 0,0250

In 100 ccm Wasser Milligramme Eisen:

enthalten	gefunden		
0,15	0,15	= 100,0	Procente des wirklichen Eisengehaltes.
0,07	0,075	= 107,1	
0,10	0,10	= 100,0	

Herr Prof. Gruber hat mich darauf aufmerksam gemacht, dass bereits Mendes de Leon im Prof. Forster'schen Labora-

torium die colorimetrische Methode mittels Rhodankalium zur Bestimmung des Eisengehaltes der Milch[1]) verwendet und sehr gute Resultate erhalten hat. Ich habe mich überzeugt, dass die Methode auch zur Bestimmung minimaler Mengen von Eisen in Wasser gut verwendbar ist.

---

1) Archiv f. Hygiene Bd. 7 S. 286—308.

Erfahrungen auf dem Gebiete der Butterfettanalyse.

Von

Dr. Ed. v. Raumer,

Assistent der kgl. Untersuchungsanstalt Erlangen.

(Aus dem Laboratorium für angewandte Chemie.)

Infolge der eben zum Gesetz gewordenen Reichstags- und Bundesrathsbeschlüsse, die Fabrication und den Handel mit Kunstbutter betreffend, ist die Frage: Wie können geringe Mengen von Butterfett in Mischung mit andern Fetten genauer als bisher bestimmt werden? in den Vordergrund getreten. Es ist daher eine Reihe von brauchbaren und unbrauchbaren Vorschlägen zur Verbesserung der bisherigen Methoden gemacht worden.

Vorliegende Arbeit soll keinen Vorschlag zu der oder jener Vereinbarung einer gemeinsamen Arbeitsmethode enthalten, sondern nur die Erfahrungen mittheilen, die ich im Laufe der letzten Jahre bei der Analyse von Butterfetten machte, da doch vielleicht ein oder der andere Punkt von Interesse sein dürfte für die weitere Behandlung dieser Frage.

Bei der ja im Ganzen vortrefflichen Methode der Butterfettanalyse nach Meissl-Reichert, kommen, wie jeder, der längere Zeit danach gearbeitet hat, weiss, doch grössere Differenzen vor, als wünschenswerth ist. In Fällen, die eventuell zur Beanstandung Anlass geben und an der Grenze der durch die Erfahrung gefundenen Zahlen stehen, ist nun ein solches Auseinandergehen der Resultate verschiedener Laboratorien immer peinlich. Der Richter kann nicht den Einblick in die Arbeitsmethoden haben, um nicht manchmal von seinem Standpunkt aus mit einem scheinbaren Recht den Werth der Analysenresultate anzuzweifeln. Dieser Umstand nun veranlasste mich, verschiedene Methoden der Butterfettbestimmung zu prüfen, um vielleicht etwas Brauch-

bares zu finden, was in zweifelhaften Fällen zur Controle der Meissl'schen Probe dienen könnte. Diese Versuche lieferten allerdings ein negatives Resultat, doch glaube ich sie anführen zu sollen, um andere, die auf demselben Gebiete arbeiten, von unnöthigen Bemühungen abzuhalten. Zuerst nahm ich die Köttstorfer'sche und Hübl'sche Methode vor, um sie auf ihren Werth als Controle neben der Meissl-Reichert'schen Probe zu prüfen.

Von diesen Versuchen sollen in folgender Tabelle sechs mitgetheilt werden, welche mit jedem Fett und nach jeder Methode doppelt ausgeführt wurden.

		1. Nach Meissl-Reichert 110 ccm Destillat von 5 g Fett verbrauchten	2. Hübl's Jodzahl 100 g Fett absorbiren	3. Nach Köttstorfer 1 g Fett verbraucht zur Verseifung	4. Schmelzpunkt der Fette
		ccm 1/10 Normal-Kali	g Jod	g KOH	° C.
I.	a)	28,8	35,7	0,221	33,5
	b)	—	35,7	0,221	33,5
II.	a)	30,2	25,1	0,230	34,0
	b)	30,8	25,5	0,230	34,0
III.	a)	25,0	35,3	0,221	35,5
	b)	24,8	35,7	0,222	35,5
IV.	a)	26,6	36,6	0,223	31,5
	b)	27,2	36,7	0,224	31,5
V.	a)	28,05	37,0	0,226	33,5
	b)	28,16	37,2	0,227	33,5
VI.	a)	1,98	59,2	0,193	39,5
	b)	2,0	58,9	0,196	39,5

Vergleicht man die Resultate der nach den drei Methoden vorgenommenen Untersuchungen, so ergibt sich, dass die Meissl-Reichert'sche Probe immerhin die zuverlässigste ist. Eine Uebereinstimmung der Jodzahl mit der Zu- oder Abnahme der flüchtigen Fettsäuren ist um desswillen schon kaum zu erwarten, da der Gehalt an Oelsäure und anderen Jod addirenden Säuren ganz unabhängig sein kann von dem Gehalt an flüchtigen Fettsäuren.

Auch die Köllstorfer'schen Zahlen sind nicht regelmässig abhängig von dem Gehalt an flüchtigen Fettsäuren, wie die Ver-

suche zeigen. Ausserdem habe ich die Erfahrung gemacht, dass gerade in den Fällen, in welchen wahrscheinlich eine Verfälschung vorlag, die Verseifung nach Köttstorfer oft so langsam vor sich ging, dass schon das lange Erwärmen der alkoholischen Lösung zu Fehlern Anlass gab.

Bedenkt man ferner, dass sich Mischungen von Oleomagarin und Cocosnussöl darstellen lassen, die sowohl nach Hübl als nach Köttstorfer in den geforderten Grenzen sich bewegen, dass ein Gleiches aber von der Meissl-Reichert'schen Zahl nicht gilt, so muss entschieden letztere Methode den Sieg über alle anderen behaupten.

Auch Hehner's Verfahren ist keineswegs zuverlässig, da von demselben das Gleiche gilt wie von dem Höttstorfer'schen und Hübl'schen, ausserdem kommt bei demselben noch die complicirte, zeitraubende Arbeit in Betracht, die es für die Praxis so gut wie unmöglich macht.

Die gewichtsanalytische Bestimmung des Oelsäuregehaltes des Butterfettes zur Beurtheilung zu verwenden, war zwar nach den bisher vorliegenden Analysen, welche denselben zwischen 30 und 60 % schwankend angeben aussichtslos, doch wollte ich auch dies nicht unversucht lassen.

Nach der gewöhnlichen gewichtsanalytischen Bestimmungsmethode, durch Extrahiren der fettsauren Bleisalze mit Aether konnte ich nur die vorliegenden Resultate bestätigen, indem meine Zahlen zwischen 40 und 64 % schwankten. Ausserdem ist die Methode selbst sehr unzuverlässig, wegen der leichten Zersetzbarkeit des ölsauren Bleis, so dass dieselbe als ganz unbrauchbar erklärt werden muss. Obwohl ich den Aether bei möglichst niedriger Temperatur im Kohlensäurestrom wie im Wasserstoffstrom mittels Luftpumpe verjagte, war eine wiederholte Lösung des gesammten ölsauren Bleies mit Aether nicht möglich, sondern blieb ein nicht unbeträchtlicher Theil des früher klar gelösten Salzes als trübe Masse im Kolben zurück.

Zur Charakterisirung will ich einige Analysenresultate mittheilen. Die Versuche wurden auch hier immer doppelt ausgeführt.

Oelsäuregehalt des Butterfettes:

Fett Nr.	I.	40,88 %	. . . .	41,36 %
„ „	II.	61,95	. . . .	63,85
„ „	III.	44,28	. . . .	43,10.

Da die Extraction des ölsauren Bleies mit Aether am Rückflusskühler (Soxleth's Extractionsapparat) noch ungenauere Resultate ergab, verfuhr ich folgendermaassen. Die mit heissem Wasser ausgewaschenen, unter der Luftpumpe möglichst getrockneten fettsauren Bleisalze, wurden in einen graduirten Cylinder gebracht und mit 200 ccm Aether übergossen. Der mit fest schliessendem Glasstöpsel versehene Cylinder wurde nun etliche Stunden von Zeit zu Zeit geschüttelt und nachdem sich innerhalb 24 Stunden die unlöslichen Bleisalze klar abgesetzt hatten, 100 ccm der ätherischen Lösung abgehebert. Selbst diese Art des Extrahirens, bei der jeder Luftzutritt möglichst vermieden war, konnte nur jene oben erwähnten, schlecht stimmenden Resultate liefern.

Ein Versuch, die fettsauren Barytsalze mit Aether oder Alkohol zu extrahiren misslang völlig. Es konnte auf diese Weise nur der geringste Theil der Oelsäure erhalten werden, etwa 8 bis 13 % ölsauren Baryts.

Es ergibt sich aus diesen Misserfolgen, dass die Meissl-Reichert'sche Probe immer weitaus die zuverlässigste ist, wenngleich sie selbst Fehlern unterworfen ist, deren Grund ich zum Theil gefunden zu haben glaube.

In einer vergleichenden Arbeit von Dr. O. Schweissinger (Pharm. Centralhalle 1887 Bd. 18 S. 320) wird die Ursache der Schwankungen auf die Zersetzung des alkoholischen Kalis während der Verseifung, die verschieden lang dauernde Einwirkung des Kalis auf den Alkohol und die dabei stattfindende Bildung von Essigsäure zurückgeführt. Ich stellte deshalb auch Versuche in dieser Richtung an und gelangte dabei zu folgenden Resultaten.

In unserem Laboratorium wird seit mehreren Jahren nicht mehr mit 100 ccm 70 proc. Alkohol und 2,5 g Aetzkali pro 5 g Fett gearbeitet, sondern mit 10 ccm einer 20 proc. Kalilösung in 70 proc. Alkohol. Diese concentrirte Kalilösung wird bei längerem Stehen gelblich bis braun und beobachteten wir schon früher,

dass ein Einfluss auf das Resultat bei Verwendung dieser älteren braunen Lösung nicht zu constatiren war.

Von dieser Kalilösung behandelte ich je 10 ccm ganz in der Weise, wie bei der Analyse der Fette selbst, nur ohne Zugabe von Fett, es kam sowohl ältere, braune Lösung, wie ganz frisch bereitete zur Verwendung.

Um den etwaigen Einfluss der Zeitdauer der Verseifung bis zum gänzlichen Verjagen des Alkohols zu constatiren, wurden je zwei Proben in einem 250 ccm fassenden Kolben verdunstet, zwei andere dagegen in einer Porzellanschale. Der Alkohol war in letzterem Falle in 20 bis 25 Minuten völlig verjagt, in ersterem dagegen verschwanden die letzten Spuren erst nach einer Stunde und noch länger. Die Resultate stellten sich bei drei verschieden alten Kalilösungen wie folgt.

20 proc. Kalilösung in 70 proc. Alkohol je 10 ccm.

	Zur Neutralisation des Destillates verbrauchte ccm $^1/_{10}$ Normal-Kali pro 100 ccm Destillat
1. Aeltere, braune Lösung:	
a) in Glaskolben eingedampft	1,7
b) in der Porcellanschale eingedampft	1,8
2. Kalilösung von geringerem Alter:	
a) im Glaskolben	1,8
b) in der Porzellanschale	2,0
3. Ganz frisch bereitete Kalilösung:	
a) beide im Glaskolben eingedampft	1,6
b) beide im Glaskolben eingedampft	1,7

Diese Kalilösungen waren mit ganz reinem, aus absolutem Alkohol verdünntem Alkohol dargestellt. Mit gewöhnlichem 95 proc. Alkohol, dessen Säurenmenge 0,4 ccm $^1/_{10}$ Kali pro 100 ccm Alkohol zur Neutralisation verbrauchte, angestellte Versuche ergaben pro 100 ccm Destillat einen Verbrauch von 1,9 bis 2,2 ccm $^1/_{10}$ N.-K. Der Einfluss des Alkohols auf die Resultate bei der Reichert-Meissl'schen Probe ist sonach, wie schon Schweissinger feststellte, klar. Sollte es sich jedoch durch eine grössere Reihe

von Versuchen bestätigen lassen, dass die durch den Alkohol bewirkte Erhöhung der flüchtigen Säuremengen bei gleich concentrirten Lösungen, trotz der verschiedenen Dauer der Verjagung des Alkohols in keinen weiteren Grenzen schwankt als oben angegeben, so wäre eine Vereinbarung auf gleiche Art des Arbeitens genügend, um vergleichbare Resultate zu erhalten.

Bei früheren Versuchen mit Schweineschmalz erinnerte ich mich nun aber niedrigere Zahlen erhalten zu haben als bei der Arbeit mit blosser alkoholischer Kalilösung. Ich stellte daher solche Versuche wieder an und verbrauchte bei Anwendung von 5 g Schweineschmalz für 110 ccm Destillat 0,6 bis 1 ccm $^1/_{10}$ Kali.

Es ergibt sich aus diesen Resultaten, dass es von kaum nennenswerthem Einfluss auf die Oxydirbarkeit des alkoholischen Kalis ist, ob zu demselben höchst rectificirter oder gewöhnlicher Alkohol verwendet wird. Aus den Versuchen mit dem Schweineschmalz aber ist ersichtlich, dass bei Gegenwart von Fetten die Oxydirbarkeit des alkoholischen Kalis bedeutend geringer ist und mag dieser Umstand wohl dadurch zu erklären sein, dass durch die doch ziemlich rasche Verseifung des Fettes der grösste Theil des Alkalis gebunden und von der Einwirkung auf den Alkohol ausgeschlossen ist.

Auch ist die weitere Annahme berechtigt, dass sich überhaupt der Alkohol gar nicht an der Bildung flüchtiger Säuren betheiligt, sondern dass bei den Versuchen mit blossem alkoholischem Kali sich etwas kohlensaures Kali bildet und die übergehende Säure Kohlensäure ist. Es erklärte sich auch so ungezwungen die geringere Menge flüchtiger Säure bei den Versuchen mit Schweineschmalz. Der grössere Theil des Kali wird zur Verseifung des Fettes verbraucht, das nicht Verbrauchte aber durch die Seife eingeschlossen und so ziemlich gegen Absorption von Kohlensäure geschützt.

Einen Hauptgrund für die bei der Butterfettanalyse entstehenden Fehler glaube ich nun in folgenden Thatsachen gefunden zu haben.

Bei einer Fettprobe, die zu beanstanden war, hatte ich, um sicher zu gehen, mehrere Controlproben aufgestellt und zwar, um

schneller zum Ziele zu kommen, die Controlproben nicht im Glaskolben, sondern in einer geräumigen Porzellanschale verseift. Die doppelte Analyse ergab beim Verseifen im Glaskolben 15,8 und 15,6 ccm $^1/_{10}$ N.-K. pro 5 g Fett.

Die Controlprobe in der Schale verseift ergab 17,7 ccm $^1/_{10}$ N.-K. für dasselbe Fett. Ich vermuthete nun, dass, nachdem der Alkohol in der Schale verjagt und die Seife mit dem Pistill zur Staubtrockne zerrieben war, bei längerem Stehen desselben auf dem Wasserbade, oder im Dampftrockenschrank bei ca. 95° C. schon eine weitere Zersetzung der Fettsäuren durch Spaltung infolge der Einwirkung des überschüssigen Kali's stattfinden könnte. Um dies zu erfahren, stellte ich drei weitere Proben desselben Fettes in der Porzellanschale auf und liess sie, nachdem aller Alkohol verjagt und die Seife zerrieben war, verschieden lang bei 95° C. im Trockenschrank stehen. Ich verbrauchte für dieselben sodann 19,1 bis 20,1 ccm und 28,6 ccm $^1/_{10}$ N.-K. Ein anderes Fett, das ich zur selben Zeit in Arbeit hatte und welches im Kolben 21,7 bis 21,8 ccm $^1/_{10}$ N.-K. verbrauchte, brachte ich in der Schale auf 23,1 bis 23,5 ccm und nach zweitägigem Erwärmen auf 95° C. auf 42,9 ccm.

Diese Resultate veranlassten mich, mit ein und demselben Fett mehrere Versuche neben einander aufzustellen. Es war mir dabei eben daran gelegen, zu sehen, ob der Alkohol eine Rolle bei der Vermehrung der flüchtigen Säuren spielte, was allerdings nach den obigen Resultaten bereits ausgeschlossen schien. Ich ging daher folgendermaassen vor.

Da der Alkohol beim Verseifen im Kolben, wenn man nicht fortwährend Luft einbläst, sich Stunden lang hält, stellte ich sechs Proben von demselben Butterfett auf und zwar drei davon im Glaskolben, drei in der Porzellanschale. Die Verseifung des Fettes bis zur völligen Verjagung des Alkohols nahm bei den Kolben vier Stunden in Anspruch, da dieselben über die Mittagszeit auf dem Wasserbade standen und von 12 bis 2 Uhr keine Luft eingeblasen werden konnte. Kolben 1 wurde sofort nach Verjagen des Alkohols (nach vier Stunden) vom Wasserbade entfernt, Kolben 2 und 3 blieben noch drei Stunden auf demselben

stehen. Die in der Schale befindlichen Proben waren in 30 bis 40 Minuten verseift, der Alkohol völlig verjagt und die Seife mit dem Pistill zu Staub zerrieben. Schale 1 wurde sofort darauf vom Wasserbade entfernt, Schale 2 blieb vier Stunden, also so lange als die Verseifung im Kolben dauerte, auf dem Wasserbade, Schale 3 dagegen blieb sieben Stunden auf dem Wasserbade, wie Kolben 2 und 3. Die zur Neutralisation des Destillates nöthigen ccm $^1/_{10}$ N.-K. betrugen darauf für die sechs Proben

Kolben		Schale
Kolben 1 nach vier Stunden verseift 31,68 ccm $^1/_{10}$ N.-K.		Schale 1. Sofort nach dem Verjagen des Alkohols vom Wasserbade entfernt: 31,46 ccm $^1/_{10}$ N.-K.
Kolben 2 32,56 ccm $^1/_{10}$ N.-K.	wiel. jedoch noch 3 Stunden auf dem Wasserbade	Schale 2. Nach dem Verjagen des Alkohols so lange wie Kolben 1 auf dem Wasserbade 33,6 ccm $^1/_{10}$ N.-K.
Kolben 3 33,40 ccm $^1/_{10}$ N.-K.		Schale 3. Nach dem Verjagen des Alkohols so lange als Kolben 2 und 3 auf dem Wasserbade 34,1 ccm $^1/_{10}$ N.-K.

Bei sämmtlichen Proben in der Schale war die Seife mit dem Pistill zu Staub zerrieben.

Aus diesen Resultaten glaube ich schliessen zu können, dass eine weitere Oxydirung des Alkohols bei längerer Verseifungsdauer im Kolben nicht stattfindet, da sonst die Zahlen bei dieser Art der Verseifung hätten höher sein müssen, als bei der Verseifung in der Schale, die annähernd nur den achten Theil von ersterer dauerte. Zweitens, dass eben nach dem Verjagen des Alkohol, bei weiterer Einwirkung der Wärme, schon bei 95 ° C. eine Zersetzung der Fettsäuren selbst durch das überschüssige Kali stattfindet, wofür auch die raschere Zunahme bei den Schalen, aus denen der Alkohol leichter vollständig zu entfernen ist, spricht.

Zum Schlusse möchte ich noch an einer Versuchsreihe zeigen, wie weit eine derartige Zersetzung getrieben werden kann, ohne damit zu behaupten, dass dieselbe nicht eventuell noch höher zu steigern wäre.

Es wurden wieder sechs Proben eines Fettes, je 5 g, aufgestellt. Davon 3 im Kolben, 3 in der Schale verseift.

Kolben 1 wurde gleich nach dem Verjagen des Alkohol, was 4½ Stunden in Anspruch nahm, in Wasser gelöst.

Kolben 2 wurde ausserdem noch 14 Stunden, Kolben 3 24 Stunden auf 95 ° C. erwärmt.

Der Inhalt der Schale 1 wurde sofort nach dem Verjagen des Alkohols und Zerreiben der Seife mit dem Pistill gelöst und destillirt.

Probe in Schale 2 wurde ausserdem 12 Stunden, in Schale 3 29 Stunden auf 25 ° C. erwärmt. Das Resultat war folgendes:

	verbrauchte ccm 1/10 N.-K. pro 110 ccm Destillat		pro 110 ccm Destillat ccm 1/10 N.-K.
Kolben 1 . . .	31,24	Schale 1 . . .	30,8
„ 2 . . .	37,62	„ 2 . . .	38,5
„ 3 . . .	40,16	„ 3 . . .	47,5

Die sicherste Art des Arbeitens wäre sonach in der Schale zu verseifen, da so der Alkohol am schnellsten entfernt ist und die Einwirkung der Wärme auf die alkalische Seife die kürzeste ist. Es darf jedoch die Schale unter keiner Bedingung länger als nöthig auf dem Wasserbade bleiben, da sonst die Steigerung eine bedeutend raschere als im Kolben ist.

Das Arbeiten in der Schale ist jedoch zeitraubender, da nach der Verseifung zur raschen Entfernung des Alkohols beständig mit dem Pistill gerührt werden muss, bis die Seife ganz pulverisirt ist, während der Kolben ruhig auch länger auf dem Wasserbade stehen kann und nur von Zeit zu Zeit Luft eingeblasen werden muss.

Nachdem ich bereits den vorliegenden Theil meiner Erfahrungen bei der Analyse der Butterfette vollendet hatte, erschien eine Arbeit von Wollny, in welcher dargethan wurde, dass die Kohlensäure, welche bei der Verseifung von dem überschüssigen Kali aufgenommen wird, eine Erhöhung der flüchtigen Fettsäuren bewirke, da kein Indicator beim Titriren gegen Kohlensäure unempfindlich ist. Ausserdem bewirke die zu stark concentrirte Schwefelsäure 1 : 10, dass bei der Destillation sich zum Theil Aether der Fettsäuren mit den noch vorhandenen Spuren von

Alkohol bildeten nnd hierdurch Verluste einträten. Wollny schlägt daher vor, unter gänzlichem Abschluss gegen Kohlensäure mit 50proc. wässeriger Natronhydratlösung und 10 ccm Alkohol, sowie mit Schwefelsäure 25 : 1000 zu arbeiten.

Meine Versuche, die ich in dieser Richtung anstellte, ergaben nun, dass ersteres unnöthig ist, da bei der Verseifung der grössere Theil des Kalis an Fettsäuren gebunden wird, das noch ungebundene Kali dagegen anfangs wahrscheinlich durch die Alkoholatmosphäre, später durch Einschliessen mittels der Seife gegen den Einfluss der Kohlensäure der Luft ziemlich geschützt wird, so dass eine Bildung von kohlensaurem Kali kaum möglich ist.

Dagegen bin ich damit einverstanden, dass zur Verseifung statt 20proc. Kalilauge 14proc., entsprechend der Menge des von Wollny angewendeten Natronhydrates und nur 2,5 proc. Schwefelsäure bei der Destillation zur Verwendung kommt, da ich auf diese Weise mit Wollny völlig übereinstimmende Resultate erhielt. Dass Kohlensäure beim Destilliren mit übergehen kann und dann bedeutende Abweichungen bedingt, ersah ich aus Versuchen, die ich mit reinem kohlensauren Kali anstellte.

Das 2 g KOH entsprechende kohlensaure Kali ergab bei der Destillation nach Meissl's Vorschrift (ohne Fettseifen) einen Verbrauch von 4,3 — 4,0 — 4,3 und 7,5 ccm 1/10 N.-K. pro 110 ccm Destillat. Kocht man jedoch vor der Destillation 10 Minuten lang am Rückflusskühler, so werden für das Destillat 0,2 bis 0,1 bis 0,2 ccm 1/10 N.-K. verbraucht, es ist also so gut wie sämmtliche Kohlensäure vor der Destillation verjagt.

Um nun zu sehen wie viel Kohlensäure bei der Meissl'schen Methode mit den flüchtigen Fettsäuren übergeht, kochte ich die mit Schwefelsäure zersetzten Seifen ebenfalls am Rückflusskühler 10 Minuten lang und erhielt folgende Vergleichsresultate:

	Ohne Rückflusskühler ccm 1/10 N.-K.	10 Min. am Rückflusskühler ccm 1/10 N.-K.
I.	26,0	26,0
	26,1	25,6
II.	28,2	28,0
	28,2	28,0

Die Differenzen sind also so unbedeutend, dass sie in die Grenzen der Versuchsfehler fallen. Man muss übrigens bei diesen Versuchen sehr vorsichtig sein, damit nicht auch durch Verflüchtigung der niedrigsten Fettsäuren Verluste eintreten. Dass die Kohlensäure ohne grossen Einfluss auf das Resultat ist, bemerkte ich schon in der früheren Arbeit, wo ich nach der Ansicht Schweissinger's die Zunahme der flüchtigen Säuren auf theilweise Oxydation des Alkohols anfangs schob. Es zeigte sich, dass bei der Verseifung eines Schweinefettes die Menge der flüchtigen Säuren viel geringer ist als bei der Destillation des eingedampften alkoholischen Kalis für sich.

Schweinefett ergab . . . . 0,6—1,0 ccm ¹/₁₀ N.-K.
Alkoholisches Kali für sich . 1,6—2,0 „

Würde die Absorption von Kohlensäure bei der Verseifung nicht durch das Fett und die gebildete Seife verhindert, so müsste bei der Arbeit mit Schweinefett mehr Kohlensäure übergehen, da die Verseifung länger dauert, die Bedingungen zur Aufnahme von Kohlensäure daher günstiger sind. Ausserdem müssten die Resultate bei der Verseifung in offenen Porzellanschalen ebenfalls höher sein als im Kolben, da der Zutritt der Kohlensäure dort ein leichterer und durch Zerreiben der Seife mit dem Pistill zu Staub die Aufnahme begünstigt würde.

Die Kohlensäure kann also nicht die Ursache der Zunahme der flüchtigen Säuren sein, da eine Absorption derselben so gut wie ausgeschlossen erscheint.

Dass ein Zusatz von kohlensaurem Salz zur Seife die Versuchsresultate ändert, ergibt sich aus folgenden Versuchen. Es wurden Fettproben nach Meissl und nach Wollny verarbeitet, denselben Proben wurde dann vor der Destillation eine Messerspitze kohlensauren Kalis zugesetzt.

	Meissl ohne kohlens. Kali ccm ¹/₁₀ N.-K.	Meissl mit kohlens. Kali ccm ¹/₁₀ N.-K.	Wollny ohne kohlens. Kali ccm ¹/₁₀ N.-K.	Wollny mit kohlens. Kali ccm ¹/₁₀ N.-K.
1.	29,4	—	29,2	30,4
2.	26,6	27,3	26,8	27,0

Bei beiden Proben wurde übrigens erst so lange erwärmt bis die Fettschicht obenauf geschmolzen und hierdurch wahrscheinlich schon ein guter Theil Kohlensäure entfernt war, trotzdem zeigt sich eine regelmässige Steigerung der flüchtigen Säuren. Dieser Umstand mit den später folgenden übereinstimmenden Resultaten bei der Analyse nach Meissl und Wollny verglichen, spricht ebenfalls dafür, dass die Seife Kohlensäure so gut wie gar nicht absorbirt.

Die zweite Behauptung Wollny's, dass durch die concentrirte Schwefelsäure bei der Destillation mit den noch vorhandenen Spuren Alkohol die Fettsäuren Ester bildeten, wodurch die Menge der flüchtigen Säuren verringert würde, kann ich ebenfalls nicht unterstützen.

Bei genauer Arbeit ist erstens so gut wie gar kein Alkohol mehr vorhanden, ist aber Alkohol noch in der Seife, so erhält man sowohl mit Schwefelsäure 1 : 10, wie mit der von Wollny vorgeschriebenen 0,25 : 10 Verluste. Bei Abwesenheit von Alkohol ist jedoch bei concentrirterer Säure immer eine Zunahme der flüchtigen Säuren zu constatiren, ein Umstand, den ich ebenfalls durch die Spaltung nicht flüchtiger Säuren mir erkläre.

Die ersten vergleichenden Versuche, die ich nach Meissl und nach Wollny anstellte, gaben für erstere Methode immer höhere Resultate; den Grund dafür werde ich später anführen, wenn ich die übereinstimmenden Resultate nach beiden Methoden bringe. Es ist mir vorläufig hauptsächlich daran gelegen zu zeigen, dass erstens die umständliche Anwendung von 50procentiger, wässeriger Natronlösung nicht nöthig ist und zweitens, dass die concentrirtere Säure keine Verluste, sondern eine Zunahme bedingt. Die Methode von Meissl wurde in der Art ausgeführt, dass der Alkohol sehr langsam, etwa in der Zeit von vier Stunden völlig verjagt wurde. Meine Resultate sind folgende:

	Nach Meissl pro 110 ccm Destillat ccm $^1/_{10}$ N.-K.	Nach Wollny pro 110 ccm Destillat ccm $^1/_{10}$ N.-K.
1.	26,4	25,0
	—	24,8

	Nach Meissl pro 110 ccm Destillat ccm 1/10 N.-K.	Nach Wollny pro 110 ccm Destillat ccm 1/10 N.-K.
2.	27,1	26,0
	26,9	26,0
3.	29,5	27,1 . . . 27,7 [1]
	29,2	27,2 . . . 27,9
	29,2	27,2 . . . 27,7
	29,2	27,5
Dasselbe Fett 3.		28,0 [2]
		27,7
		27,7 [3]
		27,6
		28,1

Lassen wir den Vergleich der Meissl'schen Resultate mit denen nach Wollny noch ausser Betracht, so ergibt sich, dass die Resultate nach Wollny durch Anwendung der bisher üblichen Kalilösung nicht beeinträchtigt werden, dass aber durch die concentrirte Schwefelsäure eine Steigerung hervorgebracht wird. Die Zahlen mit 50 proc. Natronlösung und Schwefelsäure 1 : 10 ergeben im Durchschnitt für dasselbe Fett 27,8 ccm 1/10 N.-K. Mit der gewöhnlichen 20 proc. alkoholischen Kalilösung ebenfalls 27,8 ccm 1/10 N.-K. Mit der entsprechenden 14 proc. alkoholischen Natronhydratlösung 27,8 ccm 1/10 N.-K.

Ist der Alkohol jedoch nicht vollständig verjagt, so gibt eine Probe ganz nach Wollny auch mit der verdünnten Schwefelsäure folgende Zahlen:

Alkohol völlig verjagt ccm 1/10 N.-K.	Alkohol nicht völlig verjagt ccm 1/10 N.-K.
26,80	26,4
26,73	25,3

1) Bei Anwendung von Schwefelsäure 1 : 10.

2) Mit 20 proc. schon längere Zeit gestandenem alkoholischem Kali und Schwefelsäure 1 : 10, sonst nach Wollny's Vorschrift.

3) Mit 14 proc. alkoholischer Natronhydratlösung und Schwefelsäure 1 : 10 sonst nach Wollny.

Die Differenzen zwischen Meissl und Wollny klärten sich auf folgende Weise auf. Nimmt man sich die Mühe, den Alkohol der Meissl'schen Probe mittels eines Blasebalges rasch zu verjagen, so dass in spätestens einer halben Stunde die Seife gelöst werden kann, so stellen sich die Vergleichsproben wie folgt:

	Nach Meissl ccm $^1/_{10}$ N.-K.	Nach Wollny ccm $^1/_{10}$ N.-K.
1.	28,2—28,3	27,9—28,0
2.	28,2—28,4—27,9	27,9—27,5
3.	27,7—27,7 [1])	27,2—27,0
4.	9,0—8,8	8,5—8,4
5.	29,1—29,7	29,3—29,1

Es wurden also auf diese Weise Resultate erzielt, die mit den Wollny'schen schon ziemlich übereinstimmten und zugleich an Probe 3 gezeigt, dass das längere Erwärmen auf dem Wasserbade die flüchtigen Säuren vermehrt.

Die durchschnittlich immer noch etwas höheren Zahlen sind bei der Meissl'schen Methode auch hier auf die Anwendung concentrirterer Schwefelsäure zurückzuführen.

Nimmt man nun an Stelle der 20 proc. Kalilösung 14 proc., welche den 2 ccm 50 proc. Natronlösung bei Wollny entspricht und statt der Schwefelsäure 1 : 10, die von Wollny angegebene 0,25 : 10, so stellen sich die Resultate bei rascher Verseifung nach Meissl wie folgt:

Nach Meissl mit 14 proc. Kalilösung und Schwefelsäure 0,25 : 10 ccm $^1/_{10}$ N.-K.	Nach Wollny ccm $^1/_{10}$ N.-K.
26,9—26,6—26,4—26,4	26,8—26,8
Durchschnitt 26,6	
bei nicht völliger Verjagung des Alkohols	
25,3	25,3—26,4

Die obigen Resultate stimmen also zusammen, so gut man es für diese Methode überhaupt verlangen kann; denn Schwankungen von 0,4 ccm kommen auch nach der Wollny'schen Methode vor

1) 28—28,6 ccm fünf Stunden auf dem Wasserbade.

Die Ursache der höheren Meissl'schen Zahlen bei den ersten Vergleichsversuchen ist daher einzig in der längeren Verseifungsdauer zu suchen und stimmt diese Beobachtung wieder mit der von mir in der früheren Arbeit mitgetheilten Erfahrung überein, dass ein Körper im Butterfett enthalten sein müsse, der bei längerem Erwärmen bei Ueberschuss von Kali eine flüchtige Säure abspaltet.

Der Verlust durch Aetherbildung bei der Verseifung kann nach obenstehenden, übereinstimmenden Resultaten auch nicht gross sein, ausserdem könnte man ja die ersten fünf Minuten am Rückflusskühler verseifen.

Die Wollny'schen Proben bearbeitete ich ganz nach Vorschrift, nur fügte ich, um jeden Zutritt von Kohlensäure zu vermeiden, an dem Rückflusskühler oben ein Kalirohr an und destillirte die letzten Spuren Alkohol im luftverdünnten Raum mittels Saugpumpe ab.

Die Resultate meiner Arbeit möchte ich in folgenden Sätzen und Vorschlägen zusammenfassen:

Die Kohlensäure spielt entgegen der Wollny'schen Ansicht bei der Butterfettanalyse eine kaum nennenswerthe Rolle bei der Vermehrung der flüchtigen Säuren, dagegen wird durch die Wollny'sche Methode infolge des Abschlusses der Luft und durch rascheres Arbeiten eine Zersetzung der schon früher erwähnten leicht spaltbaren Fettsäuren vermieden. Arbeitet man dagegen nach Meissl rasch unter Anwendung von 14 proc. alkoholischer Kalilauge und 2,5 proc. Schwefelsäure mit Hilfe eines Blasebalges, so erhält man ganz dieselben Resultate wie nach Wollny.

(Die Differenz zwischen Meissl und Wollny bei meinen ersten Versuchen ist auf Rechnung der langen Verseifungsdauer und der Anwendung stärkerer Schwefelsäure zu setzen.)

1. Kohlensäureabsorption ist nicht zu fürchten.
2. Zu concentrirte Schwefelsäure bewirkt nicht, wie Wollny angibt, Abnahme, sondern Zunahme der flüchtigen Säuren. (Da bei genauem Arbeiten der Alkohol so gut wie gänzlich entfernt wird, durch concentrirtere Schwefelsäure aber ein Theil der flüchtigen Fettsäuren bereits zersetzt wird.)

3. Arbeitet man mit geringerer Kalimenge 1,4 g pro 5 g Fett und verdünnter Schwefelsäure 2,5 zu 100, so erhält man dieselben Resultate wie Wollny unter der Bedingung, dass man ebenso rasch wie Wollny arbeitet.

Nach meinen früheren Erfahrungen war mir daran gelegen zu bestimmen, welcher Antheil des Butterfettes die leichte Zersetzung erleidet und die Zunahme der flüchtigen Fettsäuren bedingt.

Zu diesem Zwecke wurden die von der Destillation des Butterfettes zurückgebliebenen festen Fettsäuren mit 1 1/2 l heissem Wasser auf dem Filter ausgewaschen und davon je 5 g wieder verseift und der Destillation unterworfen.

Die eine Probe wurde sofort nach dem Verseifen in 100 ccm Wasser gelöst und mit 40 ccm der vorgeschriebenen Schwefelsäure destillirt.

Die zweite Probe wurde nach dem Verseifen in der Schale sechs Tage im Wassertrockenschrank auf ca. 96° erwärmt.

Probe 1 ergab nach der Destillation einen Verbrauch von 1 ccm 1/10 N.-K., Probe 2 ergab dasselbe Resultat.

Eine andere Probe ergab bei sofortiger Destillation 2,1 ccm 1/10 KOH nach 14tägigem Erwärmen 2,9 ccm 1/10 KOH.

Durch die in den festen Fettsäuren enthaltenen Säuren konnte also die Zunahme nicht bedingt sein. Es lag nun nahe, diese leicht zersetzbare Säure unter den an und für sich flüchtigen Säuren zu suchen.

100 ccm flüchtiger Fettsäuren hatten 25,6 ccm 1/10 N.-K. verbraucht, nach erneuter Verseifung und 14tägigem Erwärmen verbrauchten dieselben 26,6 und 26,8 ccm 1/10 N.-K.

Eine andere Probe hatte 30,5 ccm 1/10 N.-K. verbraucht, nach erneutem Verseifen, Erwärmen und Destilliren verbrauchte sie 29,4 und 30,0 ccm 1/10 N.-K.

Die festen Fettsäuren einer dritten Probe ergaben nach nochmaliger Verseifung sofort destillirt 1,5 ccm 1/10 N.-K. Nach achttägigem Erwärmen 1,76 ccm 1/10 N.-K.

Also weder die festen noch die flüchtigen Fettsäuren konnten die in meiner ersten Arbeit erwähnte, enorme Steigerung der flüchtigen Säuren durch Zersetzung bewirken. Es blieb nun nur die eine Möglichkeit, dass in der schwefelsauren Lösung ein Körper enthalten sei, der nicht flüchtig, wohl aber leicht spaltbar sei.

Es wurden daher mehrere Versuche in dieser Richtung angestellt.

Der von den festen Fettsäuren befreite Schwefelsäurerückstand nach der Destillation nebst dem Waschwasser der festen Fettsäuren wurde von Neuem verseift und längere Zeit auf 99° erwärmt. Das davon erhaltene Destillat von 110 ccm verbrauchte in zwei Fällen 12,1 und 9,9 ccm 1/10 N.-K.

Von einer zweiten Doppelprobe wurde 1. sofort nach dem Verseifen von Neuem destillirt, 2. dagegen erst nach 20 stündigem Erwärmen.

1. verbrauchte 2,8 ccm 1/10 N.-K. 2. dagegen 18,0 ccm 1/10 N.-K.

Es war in den Destillaten weder Schwefelsäure, noch schweflige Säure, noch auch Kohlensäure vorhanden.

Das Destillat reducirte stark alkalische Silberlösung, während die ursprünglichen flüchtigen Säuren so gut wie gar nicht reducirten.

Die nähere Untersuchung dieses Körpers, sowie dessen Spaltungsproducte, behalte ich mir für spätere Zeit vor.

Das Resultat und der Werth dieser Erfahrungen besteht vorläufig darin, dass eine von verschiedenen Seiten vorgeschlagene wiederholte Destillation zur Erlangung der gesammten flüchtigen Säuren völlig illusorisch wird, da eine fortschreitende Zersetzung stattfindet und eine absolute Zahl somit nicht erhalten werden kann.

Kritik der neueren auf dem Reichert-Meissl'schen Verfahren basirenden Butteruntersuchungsmethoden.

Von

Dr. Rudolf Sendtner
in München.

Die freie Vereinigung bayerischer Vertreter der angewandten Chemie schloss sich im Jahre 1884 meinen Vorschlägen an, wonach zur Erkennung fremder Fettzusätze zum Butterfett in erster Linie die Reichert-Meissl'sche Untersuchungsmethode anzuwenden sei. Dass dieselbe in dieser Beziehung thatsächlich alles Wünschenswerthe leiste, wurde von den verschiedensten Seiten anerkannt. Als jedoch die Verhandlungen der Commission, welche zur Berathung des Gesetzentwurfes, betreffend den Verkehr mit Ersatzmitteln für Butter, in Berlin zusammengetreten war, an die Oeffentlichkeit gelangten, bildete sich eine gewisse Unsicherheit über den Werth dieser Methode heran, man war anfangs auf die durch dieses Gesetz geforderte umgekehrte Fragestellung, ob es mit Hilfe dieser Methode möglich sei, auch geringe Zusätze von Butterfett zu Margarin in der Kunstbutter nachzuweisen, nicht gefasst. Und als die auf Veranlassung der vereinigten deutschen Kunstbutterfabrikanten vorgenommenen Analysen von Kunstbutterproben bezüglich ihres Gehaltes an Butterfett bekannt und im Reichstag besprochen wurden, da war bald das Urtheil gefällt: Die Reichert-Meissl'sche Butterprüfungsmethode eignet sich nicht für die Erkennung geringer Zusätze von Butterfett zur Kunstbutter.

Mit dieser neuen Fragestellung war aber auch der Anstoss gegeben, die Fehler, die dieser Methode anhaften, aufzusuchen.

O. Schweissinger[1]) wies auf eine Fehlerquelle hin, die dadurch entstehen könnte, dass sich aus dem Alkohol Essigsäure bilde.

Diese Annahme erwies sich aber nach neueren Forschern als nicht zutreffend. Bald darauf erschienen in der Milchzeitung Wollny's[2]) Untersuchungen über die Reichert'sche Butterprüfungsmethode und ihre Anwendbarkeit für die Controle des Handels mit Butter und deren Ersatzmitteln. In dieser Arbeit finden sich nicht weniger als fünf Fehlerquellen der Meissl'schen Methode angeführt:

1. Fehler durch absorbirte Kohlensäure während der Verseifung bis zu + 10 %.
2. Fehler durch Aetherbildung bei der Verseifung (kann einen Verlust bis zu 8 % bewirken).
3. Fehler durch Aetherbildung bei der Destillation (kann das Resultat bis um 3 % vermindern).
4. Fehler durch die Cohärenz der Fettsäuren bei der Destillation (kann in extremen Fällen bis 30 % erreichen).
5. Fehler durch die Verschiedenheit in Form und Grösse der Destillationsgefässe und der Zeitdauer der Destillation (kann das Resultat bis um + 5 % alteriren).

Wollny schliesst nun »die Methode ist daher in ihrer bisherigen Form für die Fettanalyse gänzlich unbrauchbar.«

Haben andere, ältere Analytiker wie jüngst noch Geh. Hofrath Fresenius sich darauf beschränkt zu erklären, dass die ursprünglich für Butter ausgearbeitete und anerkanntermaassen für diese auch befriedigende Resultate liefernde Methode in ihrer jetzigen Form nicht zur Untersuchung von Margarinbutter geeignet erscheint, so erklärt Wollny die Methode schon für die Fettanalyse überhaupt gänzlich unbrauchbar.

Noch zweier Verbesserungsversuche der alten Methode habe ich zu gedenken. In der Chemikerzeitung veröffentlichte im Februar ds. Js. F. Goldmann[3]) eine Reihe von Artikeln über die Reichert-Meissl'sche Butterprüfungsmethode und die

1) Pharmaz. Centralh. 1887 N. F. Bd. 8 S. 320.
2) Milchzeitung 1887 Nr. 32, 33, 34 und 35.
3) Chem. Ztg. 1888 Nr. 12, 14, 18 und 20.

Wollny'sche Modification, worin auch über diese letztere, die sich rasch alles Vertrauen zu erwecken wusste, der Stab gebrochen wird; denn Goldmann entdeckte, dass eine einmalige Destillation zwar gleichbleibende aber unrichtige Resultate liefert, dass dagegen erst bei fortgesetzter Destillation Zahlen erhalten werden, welche sich immer mehr dem wirklichen Gehalt an flüchtigen Säuren nähern.

Im April ds. Js. gab nun noch Mansfeld[1]) eine »Modification der Reichert-Meissl'schen Butterprüfungsmethode.« In dieser Arbeit kommt Goldmann's Entdeckung schlecht weg, denn sagt Mansfeld: »Niemand ist es wohl eingefallen zu glauben, dass in genau 110 ccm die ganzen flüchtigen Fettsäuren überdestillirt seien.«

Die Methoden, welche Wollny, Goldmann und Mansfeld ausgearbeitet, kann ich als bekannt voraussetzen.

Nach der Ansicht Wollny's taugt die Reichert-Meissl'sche Butteruntersuchungsmethode in der von der genannten Vereinigung gewählten (von mir ausgearbeiteten) Form überhaupt nicht zur Fettanalyse. Das muss auch unbedingt zugestanden werden, wenn ihre Fehlerquellen wirklich diese Höhe erreichen, wie sie Wollny angegeben hat. Aber ausser Wollny's Analysen besitzen wir denn doch das reiche Untersuchungsmaterial früherer Forscher. Wenn wir uns in der vorliegenden Literatur umsehen, wenn wir uns die Mühe nehmen, die Arbeiten von Reichert, von Medicus und Scherer, von Legler, von Meissl, von Birnbaum, von Hanssen u. A. wieder einmal durchzulesen, wenn wir auch die in neuerer Zeit veröffentlichten Stimmen, namentlich von Woll[2]), von Cornwall und Shippen Wallace[3]) hören, so kann man sich doch unmöglich des Gedankens erwehren, dass Wollny in seinen Schlussfolgerungen bezüglich der Grösse der Fehler viel zu weit gegangen sein muss.

Ich habe schon früher (1881) die Brauchbarkeit dieser Methode für den Nachweis fremder Fette in Butter und Schmalz eingehend studirt und bin weder damals noch seither auf grössere Fehler

1) Milchzeitung 1888 Nr. 15.
2) Zeitschr. f. anal. Chem. 1887 S. 28.
3) Ebenda S. 317.

gestossen. Uebereinstimmend wurde bisher von allen Forschern, welche sich der Reichert-Meissl'schen Methode bedient haben, berichtet, dass bei Controlversuchen die Abweichung im Alkaliverbrauch zum Neutralisiren der Fettsäuren 0,4 ccm nicht überstieg. Wenn aber Wollny's Fehlergrössen richtig sind, dann ist es einfach ein Ding der Unmöglichkeit, dass unter all diesen Analysen noch keine einzige vorgekommen ist, welche bei einer Controlbestimmung eine grössere Abweichung als 0,4 ccm Alkali ergeben hätte. Dann ist es auch nicht möglich, aus selbst präparirten Fettgemischen, deren Bestandtheile vorher nach Reichert-Meissl untersucht worden, quantitativ genau die Zusätze wieder zu bekommen.

In dieser letzteren Richtung möchte ich einmal wieder die Arbeiten von Reichert[1]), von Medicus und Scherer[2]), wie auch die meinigen[3]) in Erinnerung bringen. Von einer Unbrauchbarkeit der Reichert-Meissl'schen Methode zur Fettanalyse überhaupt kann keine Rede sein. Es frägt sich nur, ist diese Methode in ihrer bisherigen Form geeignet, Zusätze von Butterfett in der Margarine, wie sie das neue Gesetz gestattet, genau nachzuweisen? Dass dies nicht der Fall ist, muss allerdings zugestanden werden. Es frägt sich aber dann auch: genügen die Methoden Wollny's, Goldmann's und Mansfeld's dieser Anforderung? Dass auch dies nicht zutrifft, kann einem objectiven Urtheile nicht verborgen bleiben.

Ich habe mir die Mühe genommen, in erster Linie Wollny's Verfahren eingehend zu prüfen und auch die Meissl'sche Modification der Reichert'schen Methode noch einmal gründlich durchzuarbeiten, um allenfalls genauere Vorschriften für den Gang des Verfahrens aufzufinden.

Bei Beginn meiner Analysen nach Wollny habe ich zunächst sehr abweichende Resultate erhalten. Vor Allem betone ich, dass es darauf ankommt, dass die Verseifung des Fettes vollständig

1) Zeitschr. f. anal. Chem. Bd. 18 S. 68.

2) Ebenda Bd. 19 S. 160.

3) Jahresber. der Unters.-Station d. hyg. Instituts I u. II. München 1882. M. Rieger'sche Buchhandlung.

beendet ist, ehe man daran gehen darf, den Alkohol abzudestilliren. Als ich versuchsweise den Alkohol beim Verfahren Wollny's vor Beendigung der Verseifung zu verjagen begann, bemerkte man alsbald im ganzen Laboratoriumsraum starken Butteräthergeruch. Bei einem Schmalz, welches bei richtiger Ausführung 27,28 und 27,17 ccm Zehntel-Lauge erforderte, erhielt ich folgende Zahlen, je nachdem ich den Alkohol früher oder später abdestillirte.

1. 26,73
2. 25,96.

Bei einem zweiten Schmalz fand ich die richtigen Zahlen zu 26,73 und 26,84; dagegen bei zu früher Entfernung des Alkohols:

1. 22,00
2. 24,86.

Bei einem dritten endlich erhielt ich Zahlen von 28,4 bis 21,06 herab, eine Differenz, die einem Fehler von 27 % entsprechen würde. Ich könnte hier noch mehrere ähnliche Beispiele anführen, beschränke mich jedoch auf die einfache Constatirung der Thatsache, dass bei dem Wollny'schen Verfahren ein vorzeitiges Abdestilliren des Alkohols (von 96 °) bei Fetten, die reich an flüchtigen Säuren sind, Verluste durch Aetherbildung hervorrufen kann bis zu 20 %. Wollny schreibt ausdrücklich vor »man erwärmt eine Viertelstunde lang am Rückflusskühler, erst dann wird der Alkohol abdestillirt.« Ich habe gefunden, dass diese Zeit für die vollständige Verseifung jedes Fettes ausreicht, vorausgesetzt, dass auch die weitere Angabe Wollny's »unter zeitweiliger Bewegung des Kolbens« strikte befolgt wird. Versäumt man dies, lässt man bequem den Kolben auf dem Wasserbade liegen, in der Erwartung, dass ein öfteres Durchschütteln des Kolbeninhaltes für den Gang der Verseifung ohne besondere Bedeutung ist, so kann es vorkommen, wie es auch mir anfangs ein paarmal passirte, dass die Verseifung unvollständig bleibt und dass man schliesslich ganz unbrauchbare Resultate erhält. Wenn der Kolbeninhalt homogen geworden und beim Umschütteln klar bleibt, dann ist die Verseifung (in der Regel nach 10—15 Min.) als beendet anzusehen.

Anderseits darf auch nicht zu lange am Rückflusskühler verseift werden, da hierbei neue Fehler durch Zersetzungsproducte entstehen können (vgl. S. 435).

Eine andere Klippe verdient ebenfalls Beachtung. Wollny schreibt vor: »Die klare Seifenlösung wird darauf noch kochend heiss mit 40 ccm Schwefelsäure und Bimssteinstückchen versetzt und der Kolben sofort mit dem Kühler verbunden.«

Verfährt man hier genau nach dieser Vorschrift »kochendheiss« dann ist, selbst wenn die Zugabe des Bimssteins und die Verbindung mit dem Kühler so schnell wie möglich erfolgt, die Gefahr nicht ausgeschlossen, mit dem entweichenden Wasserdampf Buttersäure zu verlieren. Ich sehe gar nicht ein, warum Wollny in der genauen Fassung seiner Methode, wie er sie am Schlusse seiner Arbeit bringt, nicht die Bemerkung beibehalten hat, die er einige Seiten vorher (S. 7 des Sep.-Abdruckes) vorgeschrieben, wo er sagt, dass die Seifenlösung durch darüberlaufendes Wasser auf 50—60° abgekühlt wird, ehe man die Schwefelsäure zugeben darf. Diese Abkühlung halte ich für unumgänglich nothwendig, auch Besana[1]) hat in seiner jüngsten Publication dieselbe beibehalten. Ich habe mich davon überzeugt, dass stark saure Dämpfe weggehen, wenn die Abkühlung versäumt wird; aber auch nach der Abkühlung muss die Verbindung mit dem Kühler sofort erfolgen.

Diese Bemerkungen reproducire ich nur zur Orientirung für alle diejenigen, welche mit diesem Verfahren zu thun bekommen. Jedenfalls soll darin kein Vorwurf gegen die Methode erblickt werden.

Bei der Goldmann'schen Modification kann ich mich kürzer fassen. Wer dieselbe mehrmals probirt hat, wie ich es gethan, wird kaum die grosse Zeit und Mühe für ein im Grunde verfehltes Unternehmen aufwenden wollen. Das Verfahren ist ja keineswegs neu, ich verweise auf die Worte Meissl's[2]):

»Es lässt sich nicht die Gesammtmenge der flüchtigen Fettsäuren des Butterfettes durch die Destillation mit Wasser gewinnen, wie schon Hehner angab und Reichert bestätigte; doch geht, wenn man gleiche Mengen Butterfett anwendet und

1) Le Stazioni sperimentali agrarie italiane, 1888, Bd. 14.

2) Dingler's polyt. Journal 1879 Bd. 233 S. 231.

gleiche Mengen Flüssigkeit abdestillirt, dieselbe Menge flüchtiger Säuren in das Destillat über, was durch Controlanalysen, deren Resultate höchstens um 0,4 ccm von einander abweichen, nachgewiesen werden konnte.« Dies ist im Jahre 1879 geschrieben, und im Jahre 1888 entdeckt Goldmann, dass das Reichert-Meissl'sche Verfahren, auch jenes von Wollny falsch sei, da nur ein Bruchtheil des wahren Gehaltes des Butterfettes an flüchtigen Fettsäuren gefunden wird.

Die Ausführung dieses Verfahrens erlaubt übrigens dem Arbeitenden nicht, sich von den Flammen zu entfernen, da die Schaumbildung der Seifenlösung beim Einleiten von Dampf fortwährend stört, also die Flammen immer regulirt werden müssen. Ferner ist durch die übermässig lange Ausdehnung der Destillation nur die Möglichkeit gegeben, neue Fehler einzuführen [1]).

Mansfeld hat auch keinen neuen Gedanken aufgegriffen. Schon Legler [2]) hat, um einen Verlust durch Aetherbildung vorzubeugen, an Stelle der alkoholischen Lauge wässerige Natronlauge empfohlen; wegen des ausserordentlich langsam und schwierig sich vollziehenden Verseifungsprocesses fand aber dieser Vorschlag wenig Anklang. Legler hat aber anderseits den Fehler begangen, die Verseifung in offener Schale auszuführen, wodurch die Bedingungen für Kohlensäureabsorption geradezu gegeben waren. Aus diesem Grunde hat Legler für fremde Fette, wie Talg, Schweinfett etc. abnorm hohe Zahlen gefunden. Mansfeld dagegen hat diesem Uebelstand, durch Wollny's Arbeit aufmerksam gemacht, abgeholfen. Aber die Schwierigkeit der Verseifung und die unverhältnismässig lange Zeitdauer dieser Operation bleiben bestehen und beeinträchtigen die Brauchbarkeit dieser Modification. Dass ein Zeitraum von 2 Stunden für die Verseifung genüge, habe ich keineswegs durchgehends bestätigt gefunden; ich beobachtete Fälle, und zwar bei reinem Butterfett, wo selbst

---

1) Neuerdings scheint Goldmann selbst zu der Ueberzeugung gelangt zu sein, dass sein Verfahren keine Vortheile biete. Chem. Zeitung 1888 Bd. 12 S. 1143.

2) 8. u. 9. Jahresber. der chem. Centralstelle f. öffentl. Gesundheitspflege zu Dresden S. 59 ff.

nach 2½ stündiger Verseifungsdauer im Trockenschrank (bei 80 bis 100 ° C.) die Verseifung unvollständig geblieben ist. In diesen Fällen war die heisse Seifenlösung nie klar zu bekommen, sondern stets mehr oder weniger stark von unverseiftem Fett getrübt und beim Titriren kamen zu geringe Werthe zum Vorschein.

Sollte denn das Meissl'sche Verfahren wirklich so ganz bei Seite zu setzen sein?

Ich habe mir, wie schon erwähnt, die Mühe genommen, die Methode nach allen Richtungen hin wiederholt eingehend im Vergleiche mit Wollny's Modification zu prüfen.

In erster Linie handelt es sich hierbei um strikte Befolgung der Vorschrift, ferner aber darum, nichts zu verschieben und zu unterbrechen: in einem Zuge muss gearbeitet werden.

Alle Aufmerksamkeit ist dem Umstande zu schenken, dass ein geschmolzenes, heisses Fett beim Erkalten sich alsbald entmischt; es muss daher stets dafür Sorge getragen werden, dass durch öfteres Umrühren sowohl beim Filtriren der zur Analyse gewählten Probe wie auch beim Abwägen der 5 g ein homogenes Product erhalten wird. Aus dem gleichen Grunde ist es ferner nöthig, dass beim Filtriren stets die ganze im Trichter befindliche Quantität abgelaufen ist, ehe vom Filtrat 5 g abgewogen werden. Diese Vorschrift erachte ich für alle auf der Reichert-Meissl'schen Methode basirenden Verfahren in gleichem Maasse erforderlich. Besana hat in seiner oben citirten Arbeit auf diesen Umstand ebenfalls hingewiesen.

Was nun zunächst die Fehler betrifft, welche durch Kohlensäureaufnahme beim Verseifen nach unserer Vorschrift entstehen können, so ist diese Möglichkeit bei der nicht genügenden Präcision dieser Vorschrift gewiss zuzugeben. Ich habe 1884 vorgeschlagen: »ist klare Lösung des Fettes erfolgt, so verjagt man den Alkohol unter öfterem Einblasen von Luft.« Wollny bemerkt dazu, dass durch Einblasen von Luft aus der Respirationsluft muthwillig eine reichliche Menge von Kohlensäure zugeführt wird. Wollny hat 3 Versuche als Beweis für die Grösse der Fehlerquelle, die durch Kohlensäureaufnahme entstehen kann, angegeben. Einmal wurden 4 ccm Kalilauge und 6 ccm Alkohol

unter häufigem (!) Einblasen von Luft auf dem Wasserbade zur Trockne gebracht. Das zweitemal wurde der Kolben schräg auf das Wasserbad gelegt und die Flamme nach der Seite der Kolbenmündung hin gerückt, das Lufteinblasen aber weggelassen. In beiden Fällen wird der gleiche Alkaliverbrauch (2,2 ccm) angegeben. Zuletzt wurden 4 ccm Kalilauge direct mit Wasser und Schwefelsäure destillirt; Verbrauch 0,8 ccm Zehntel-Lauge.

Diese Angaben kann man aber nicht als Beweis für die Unbrauchbarkeit der Methode gelten lassen. Denn es ist durchaus nicht dasselbe, ob beim Lufteinblasen ohne Fett, nur mit Lauge allein, oder ob auch mit einem Fett gearbeitet wird. Es ist ja klar, dass die Gefahr der Bildung von kohlensaurem Alkali in dem Maasse abnimmt, als mehr Alkali zur Verseifung benöthigt wird. Die Zahlen, welche im ersten Falle erhalten werden, können nicht als die richtigen Werthe für sogenannte blinde Versuche gelten. Ich habe mir immer in der Weise geholfen, dass ich die 5 g Fett durch die gleiche Menge Paraffin (Schmelzpunkt 45 ° C.) ersetzte. So bekam ich die richtigen Zahlen, nämlich 0,4 bis 0,6 ccm Zehntelalkali. Bei Verwendung von Lauge allein aber erhielt ich 0,6—1,7. Ja diese letzteren Zahlen konnten noch gesteigert werden, wenn ich den Begriff »öfter« auf stundenlanges Lufteinblasen ausdehnte, nämlich bis zu 3 ccm. Aber wie gesagt, diese Versuche mit Lauge allein können nicht maassgebend sein für die Angabe der durch Kohlensäureabsorption erwachsenden Fehlergrösse der Meissl'schen Methode.

Vor allem ist also hier die Zeitdauer genauer anzugeben, denn ich habe erfahren, dass das Einblasen von Luft zur Entfernung der letzten Alkoholreste wirklich auf Stunden ausgedehnt worden ist. So hatte ich die Sache allerdings nicht gemacht. Ich verweise an dieser Stelle auf das später geschilderte, von mir eingehaltene Verfahren und bemerke jetzt nur, dass ich mich bei allen Analysen durch Controlversuche überzeugt habe, dass bei genauer Beachtung dieser Vorschrift kein irgendwie maassgebender Fehler durch Kohlensäureabsorption entsteht.

Den zweiten Versuch Wollny's, der ja zu demselben Resultat, wie das muthwillige Lufteinblasen geführt, kann ich füglich

übergehen, da der Kolben auf das Wasserbad zu stellen, nicht aber zu legen und die Flamme unter dem Wasserbade auch nicht nach der Kolbenmündung hinzurücken ist.

Ich nehme zu dem Fehler, welcher durch das Einblasen von Luft entstehen kann, gleich noch zwei andere, da auch sie mit der Kohlensäure zusammenhängen. Fürs Erste darf nur absolut reines aus Alkohol wiederholt umkrystallisirtes Aetzkali, das nicht bloss frei von Nitraten und Chloriden, sondern auch von Carbonaten ist, verwendet werden, wie überhaupt der Reinheit der Reagentien alle Aufmerksamkeit zu schenken ist. Die alkoholische Lauge bereite ich mir stets in geringen, dem Bedarf entsprechenden Quantitäten. Ich gebe hier gleich die Vorschrift: 20 g aus Alkohol umkrystallisirten Aetzkalis werden in 100 ccm 70 proc. Alkohols in der bekannten Weise [1]) gelöst; die Lösung bleibt luftdicht verschlossen bis zur vollständigen Klärung (Abscheidung des kohlensauren Kalis) stehen. Erst dann wird sie in ein für den Gebrauch verwendetes Glas abgehoben. Vorsichtshalber ist auch ihr Gehalt zu bestimmen. Die zur Verseifung nöthigen 10 ccm dürfen natürlich nicht durch die Pipette geblasen werden. Blinde Versuche, die ich mit dieser Lauge gemacht — sie hielt sich über 1 Monat unverändert, denn die Rothfärbung hat nichts zu bedeuten — ergaben Zahlen von 0,4—0,6 ccm Zehntel-Lauge.

Fürs Zweite aber darf die vom Alkohol befreite trockene Seife ebensowenig wie die Lösung derselben stehen bleiben — etwa über Mittag, oder gar über Nacht, wie ich das schon erfahren habe — sondern sofort sind 100 ccm Wasser zuzugeben. Bei einer Unterbrechung der Arbeit an dieser Stelle habe ich oft ganz unbrauchbare Resultate, Differenzen von 1 ccm, bekommen.

Nun kommen die Fehler durch Aetherbildung bei der Verseifung und bei der Destillation, welche nach Wollny einen Verlust bis zu 8 % bewirken können.

Dass bei reinem Butterfett durch Verseifen mit alkoholischer Lauge eine geringe Menge Buttersäure sich als Aether verflüchtigt,

1) Vgl. III. u. IV. Jahresbericht der Untersuchungsstation des hygien. Institutes zu München (M. Rieger 1885) S. 12.

hat man längst gerochen. Es wurde auch schon von verschiedenen Seiten auf die Gefahr hingewiesen, die durch die Aetherbildung hier unzweifelhaft entstehen müsse. Daher Meissl schwächeren Alkohol und Legler gar nur wässerige Kalilauge angewendet haben.

Ich habe oben bei Besprechung der Gefahr, welche die Anwendung eines 96 proc. Alkohols nach Wollny's Angabe mit sich bringt, gesagt, dass der Verlust durch Aetherbildung bei nicht sorgfältiger Beachtung der Vorschrift bis über 20 % betragen kann.

Um zu erfahren, wie gross der Fehler bei dem Meissl'schen Verfahren sein könne, habe ich mehrere Versuche in der Weise angestellt, dass die eine Reihe so lange am Rückflusskühler unter öfterem Umschütteln erhitzt wurde, bis die Verseifung beendet war, was in 10—15 Minuten geschah, während die andere Reihe nach dem Meissl'schen Verfahren, wie ich es weiter unten schildern werde, ausgeführt wurde.

Nr.	Ohne Rückflusskühler	Mit Rückflusskühler	Differenz
1	22,05	22,38	+ 0,33
2	27,70	27,70	± 0,00
3	28,21	28,00	— 0,21
4	27,95	28,33	+ 0,38

Die grösste Abweichung von 0,38 ccm entspräche einem Fehler von 1,4 bis 1,5 %. So gross also, wie sie Wollny hingestellt hat, ist die Gefahr, welche nach dem Meissl'schen Verfahren durch Aetherbildung bei der Verseifung entstehen kann, selbst bei Fetten, die reich an flüchtigen Säuren sind, nicht [1]. Wenn bei solchen Fetten während des Verseifungsprocesses nach dem Meissl'schen Verfahren auch eine Aetherbildung zu bemerken ist, so hat dies für die Untersuchung von Margarine,

1) Vgl. meine Bemerkung im III. u. IV. Jahresbericht d. Unters.-Station des hygien. Institutes zu München S. 10—16.

die nach den gesetzlichen Bestimmungen nur geringe Mengen von flüchtigen Säuren enthalten kann, weniger Bedeutung mehr. Da spürt selbst das feinste Reagens, die Nase, nichts mehr von Aetherbildung.

Bei Anstellung der eben mitgetheilten Versuchsreihe habe ich beobachtet, dass es nicht gleichgültig ist, wie lange am Rückflusskühler mit alkoholischer Lauge erhitzt wird; schon nach ³/₄ stündiger Dauer tritt eine Zersetzung ein[1]), welche einen Mehrverbrauch von 2 bis 2,4 ccm Zehntelkali bedingt.

Versuche am Rückflusskühler.

Nr.	¼ Stunde	¾ bis 1 Stunde	Differenz
1	26,70	28,60	+ 1,90
2	27,70	30,10	+ 2,40
3	28,00	30,00	+ 2,00

Was die Aetherbildung bei der Destillation anbelangt, so ist von vornherein klar, dass der Fehler, wenn er überhaupt maassgebend ist, bei Wollny eher grösser sein muss. Denn der zurückbleibende Alkoholrest beschränkt sich bei der Wollny'schen Modification nicht auf Spuren (1 g!) wie bei Meissl. Wollny nimmt vorsichtigerweise, um den Fehler, der hierdurch entstehen könnte, zu eliminiren, eine schwächere Schwefelsäure zur Zersetzung der Seife (1 : 40). Die Bedingung für eine Aetherbildung ist aber damit nicht ausgeschlossen, wie Mansfeld nachwies; derselbe führte neben dem Wollny'schen Verfahren auch Versuche in der Weise aus, dass der Alkoholdampf durch trockene, kohlensäurefreie Luft vollständig verjagt wurde. Der Unterschied betrug hier 0,7 ccm, das entspräche 2,6 %.

Der grösste Fehler, den Wollny gefunden, kommt auf die Cohärenz der Fettsäuren, derselbe soll bis 30 % betragen.

1) Vgl. dazu die Beobachtungen v. Raumer's im Archiv f. Hygiene 1888 S. 421. v. R. glaubt, dass ein Körper im Butterfett enthalten ist, der bei längerem Erwärmen durch Ueberschuss von Kali eine flüchtige Säure abspaltet. Die Kohlensäure bleibt hier jedenfalls aus dem Spiele.

Worauf gründet Wollny diese Behauptung? Auf einen einzigen Versuch, es ist Nr. 135 unter seinen 261 Nummern, wo statt 28,65 ccm nur 20,15 ccm Zehntel-Lauge erforderlich waren. Bei diesem Versuch hatte Wollny nämlich die Seifenlösung vollständig erkalten gelassen. Die aus der dick gallertartig erstarrten Lösung durch Schwefelsäure abgeschiedenen Fettsäuren bildeten infolgedessen einen fest zusammenhängenden, weichen Klumpen, welcher sich erst gegen das Ende der Destillation vertheilte und zum Schmelzen kam.

Ich habe gerade mit Berücksichtigung dieses Umstandes viele Versuche ausgeführt, dabei aber das Gegentheil gefunden, nämlich, dass es gar nicht von Belang ist, ob die abgeschiedenen Fettsäuren längere Zeit einen zusammenhängenden Kuchen bilden oder bei Beginn der Destillation schon klar schmelzen. Ja ich ging auf Grund dieser Versuche so weit, die Lösung der Seife vor dem Säurezusatz gar nicht erst abzuwarten, sondern sofort mit dem Kühler zu verbinden und anzuheizen. Und das Resultat war stets das gleiche. Ich gebe hier nur einige Belege wieder.

Nr.		Fettschichte erst gegen Ende der Destillation klar	Fettschichte bei Beginn der Destillation klar	Differenz
1	110 ccm Destillat	9,02	9,18	± 0,16
2		9,13	8,91	— 0,22
3		26,12	26,23	+ 0,11
4		10,50	10,50	± 0,00
5		26,67	26,84	+ 0,17
6		1,81	1,76	— 0,05.

Also mit dem Fehler durch Cohärenz der Fettsäuren bis zu 30 % hat Wollny entschieden Unrecht.

Beachtung verdient dagegen der letzte von Wollny als Fehlerquelle gerügte Umstand, Verschiedenheit in Form und Material[1]) der Gefässe. Ich habe mich auch davon

1) Wollny sagt »in Form und Grösse«.

überzeugen können, dass man in der Wahl der Kühler vorsichtig sein muss; kurze Kühler gaben ganz fehlerhafte Zahlen.

Nr.	Kurzer Kühler 33 ccm	Langer Kühler 56 ccm	Differenz
1	25,57	26,29	0,72
2	8,65	9,51	0,86.

Ferner habe ich mit Glaskolben aus schlechtem Material die übelsten Erfahrungen gemacht. Glassorten, welche beim Verseifen des Fettes angegriffen, matt werden, sind ganz unbrauchbar. Ich erhielt damit Differenzen von 1 ccm und darüber.

Dagegen hat die Zeitdauer der Destillation wieder nicht den Einfluss, der ihr von Wollny zugeschrieben wird. Ich habe mir in letzter Zeit bei etwa 50 Analysen die Zeitdauer der Destillation genau notirt, dieselbe schwankte von 35 bis 75 Minuten. Aber niemals konnte ich einen auffallenden Unterschied bemerken.

Ich gebe nun die ausführliche Beschreibung des von mir angewendeten Verfahrens nach Meissl, welche sich von der früheren in unseren Vereinbarungen aufgenommen nur durch grössere Präcision, bedingt durch die peinlichere Fragestellung, unterscheidet.

5 g des vollkommen klar filtrirten und gut durchmischten Butterfettes werden mit einer geeigneten Pipette in einen Rundkolben von 300—350 ccm Rauminhalt abgewogen und auf das kochende Wasserbad gestellt. Zu dem geschmolzenen Fett lässt man aus einer Pipette unter Vermeidung des Einblasens 10 ccm der alkoholischen Kalilauge von bekannter Concentration (20 g KOH in 100 ccm Alkohol von 70° Tr.) fliessen. Unter zeitweiliger Bewegung des Kolbens lässt man den Alkohol zum grössten Theil weggehen; es tritt bald (nach 7 Min.) Schaumbildung ein, die Verseifung geht zu Ende und die Seife wird zähflüssig; sodann bläst man in geringen Zwischenräumen mit einem Hand- oder Tretblasebalg einigemale Luft ein unter gleichzeitiger schüttelnder Bewegung des Kolbens. In 15, längstens in 25 Minuten ist die Verseifung und die Entfernung des Alkohols bewerkstelligt. Man lässt nun sofort 100 ccm destillirtes Wasser aus einer Pipette zufliessen und

erwärmt den Kolbeninhalt noch einige Zeit mässig, während der Kolbenhals lose bedeckt bleibt, bis der grösste Theil der Seife vollkommen klar gelöst ist. Zu der etwa 50° warmen Lösung fügt man sofort 40 ccm verdünnter Schwefelsäure (1 : 10) und drei erbsengrosse Bimssteinstückchen. Die Verbindung mit dem Kühler (Länge des Kühlraumes nicht unter 50 cm) hat ebenfalls sofort zu geschehen. Das Destillat wird in einem auf 110 ccm geaichten, absolut reinen Kölbchen aufgefangen. Sobald genau 110 ccm übergegangen sind (nach 30—75 Min.) mischt man den Inhalt durch Schütteln und filtrirt durch ein reines, trockenes Filter genau 100 ccm in ein sorgfältig gereinigtes Gefäss ab. Das Filtrat wird mit 3—4 Tropfen Phenolphtaleïn versetzt und mit $^1/_{10}$ Baryt- oder Natronlauge bis zur bleibenden Rothfärbung titrirt. Um die letzten Spuren des filtrirten Destillates nicht zu vernachlässigen, giesst man in das Gefäss, welches das Filtrat aufgenommen, zurück und wieder in dasjenige, in welchem titrirt wurde, und gibt noch einige Tropfen Zehntel-Lauge zu, bis wiederum die Rothfärbung anhält. Nach dem Titriren ist das Destillat stets auf Schwefelsäure zu prüfen. Sollten beträchtlichere Mengen übergerissen sein, dann wird die Schwefelsäure im Destillate quantitativ zu bestimmen und der dafür berechnete Verbrauch an $^1/_{10}$ Alkali in Abzug zu bringen sein, wenn man nicht vorzieht, eine neue Probe anzusetzen.

Die ganze Arbeit ist für den Geübten in $2^1/_2$ Stunden ausgeführt. Unterbrechungen sind stets zu vermeiden. Ein blinder Versuch zur Prüfung der Reinheit der Reagentien ist in der Weise auszuführen, dass an Stelle des zu prüfenden Fettes 5 g Paraffin vom Schmelzpunkt 45° genommen werden. In zweifelhaften Fällen sind stets Controlversuche zu machen und daraus der Mittelwerth zu ziehen. Auf absolute Reinheit der Reagentien, Gefässe, der Filter, Kühler u. s. w. ist besonders zu sehen.

Nach diesem Verfahren habe ich seither über 50 Fettanalysen ausgeführt und alle mit Wollny's Modification controlirt. Die hierbei gewonnenen Resultate gebe ich hier wieder.

Nr.	Gegenstand	Meissl	Wollny	Differenz von Meissl gegen Wollny
1	Echtes Butterfett (Schmalz)	26,89	26,50	+ 0,39
2	„ „	27,40	27,20	+ 0,20
3	„ „	27,60	27,30	+ 0,30
4	„ „	27,28	26,84	+ 0,44
5	„ „	26,89	26,73	+ 0,16
6	„ „	28,60	28,30	+ 0,30
7	„ „	26,50	26,01	+ 0,49
8	„ „	26,89	26,50	+ 0,39
9	„ „	28,65	28,40	+ 0,25
10	„ „	26,40	25,80	+ 0,60
11	„ „	26,29	25,79	+ 0,50
12	„ „	25,96	26,18	— 0,22
13	„ „	25,74	25,52	+ 0,22
14	Zweifelhaftes Butterfett	25,40	25,08	+ 0,32
15	„ „	24,80	25,00	— 0,20
16	Gefälschtes Butterfett	11,22	11,05	+ 0,17
17	„ „	11,44	11,11	+ 0,33
18	„ „	9,30	9,70	— 0,40
19	„ „	9,84	9,90	— 0,06
20	„ „	9,07	8,45	+ 0,62
21	„ „	8,58	8,20	+ 0,38
22	Margarine	1,32	0,83	+ 0,49
23	„	1,15	0,58	+ 0,57
24	„	1,34	0,88	+ 0,46
25	„	1,32	0,88	+ 0,44
26	„	1,32	0,77	+ 0,55
27	„	1,32	0,71	+ 0,61
28	„	1,40	0,77	+ 0,63
29	„	1,37	1,04	+ 0,33
30	„	1,37	1,10	+ 0,27
31	„	1,32	1,10	+ 0,22
32	„	1,04	0,66	+ 0,38
33	„	1,27	1,04	+ 0,23
34	„	1,27	0,99	+ 0,28

Nr.	Gegenstand	Meissl	Wollny	Differenz von Meissl gegen Wollny
35	Margarine	0,93	0,79	+ 0,16
36	"	0,82	0,77	+ 0,05
37	"	0,99	0,77	+ 0,22
38	Margarin	0,77	0,33	+ 0,44
39	"	0,66	0,38	+ 0,28
40	"	0,55	0,44	+ 0,11
41	"	0,55	0,38	+ 0,17
42	"	0,66	0,33	+ 0,33
43	"	0,71	0,38	+ 0,33
44	"	0,55	0,44	+ 0,11
45	"	0,66	0,38	+ 0,28
46	Schweinefett, 2 Jahre alt	2,42	1,87	+ 0,55
47	" " "	2,42	2,09	+ 0,33
48	" frisch	0,71	0,38	+ 0,33
49	Baumwollenstearin frisch	0,82	0,55	+ 0,27
50	" "	0,82	0,38	+ 0,33
51	Sesamöl, selbst gepresst	0,66	0,55	+ 0,11
52	Coccosnussbutter	7,05	6,82	+ 0,23

Die grösste Abweichung beider Methoden unter einander beträgt hier (bei Nr. 28) + 0,63 ccm Zehntelalkali = 2,4 %. In der Regel gibt das Wollny'sche Verfahren ein geringes minus gegen das Meissl'sche, nur in einigen (4 unter 52) Fällen bekam ich das Umgekehrte. Ich glaube, dass der Grund hiervon darin zu suchen ist, dass bei dem ersteren Verfahren geringe Verluste durch Aetherbildung bei der Destillation infolge des zurückbleibenden Alkoholrestes (bis zu 1 g) unvermeidlich sind.

Bei Controlanalysen nach Wollny's Verfahren erhielt ich Differenzen bis zu 0,40 ccm Zehntelalkali (= 1 1/2 %), ein Fehler, der dem bei der Meissl'schen Methode beobachteten ganz gleich kommt.

Die Nummern 22—31 stellen Margarineproben und die Nummern 38—45 das dazu verwendete Margarin, unter amtlicher Controle aus einer Münchener Fabrik entnommen, vor.

Am besten wird die Schärfe, oder wenn man will, die Unzulänglichkeit der beiden Methoden illustrirt durch Analysen selbst bereiteter Mischungen, deren Einzelbestandtheile vorher nach Meissl und nach Wollny analysirt wurden. Ich habe mir Mischungen bereitet, welche in ihrem Gehalt an Butterfett sich den in Münchener Margarinefabriken üblichen Verhältnissen nähern.

Mischung mit	gefunden		Differenz	
	nach Meissl	nach Wollny	nach Meissl	nach Wollny
I. 1,500 % Butterfett	1,524	1,228	+ 0,024 %	+ 0,272 %
II. 1,921 „	2,931	2,794	+ 1,010	+ 0,873
III. 2,112 „	2,931	2,571	+ 0,819	+ 0,459

Nach Meissl wurde hier um 1 % und nach Wollny um 0,9 % zu viel Butterfett gefunden. Goldmann gibt den grössten Fehler bei selbstbereiteten Gemischen zu 1,34 % und Mansfeld zu 0,7 % an. —

Noch Einiges über die Frage: wie wird der Gehalt an Butterfett berechnet?

Bisher hatte Meissl's Formel $B = 3{,}875\,(n - 3)$ Geltung. Ich habe schon früher [1]) darauf hingewiesen, dass mir dieser Werth 3 für b viel zu hoch erschiene. Denn meine im Jahre 1881 ausgeführten Analysen der zur Kunstbutter gewöhnlich verwendeten fremden Fette, ergaben den Mittelwerth 1. Ich habe mir neuerdings nach dem präcisirten Verfahren die Mühe genommen, eine Reihe solcher Fette wiederholt zu untersuchen und fand die Mittelzahl 0,7. Dieselbe Zahl hat Mansfeld für fremde Fette in seiner Formel $B = 3{,}736\,(n - 0{,}7)$ eingesetzt. Meine, schon vor Erscheinen der Mansfeld'schen Arbeit von mir praktisch verwendete Formel, die sich durchgehends bewährt, ist mit dieser analog. Ich nahm die Mittelzahl 27,7 für Butterfett aus den seit 1880 von mir untersuchten unzweifelhaft echten Butter- und

1) I. und II. Jahresber. der Unters.-Anstalt d. hyg. Instituts in München. Rieger'sche Univers.-Buchhandlung 1882 S. 25.

Schmalzproben und 0,7 für fremde Fette aus 8 verschiedenen in der Margarinefabrication in Bayern gebräuchlichen Fettarten.

Analysen von fremden in der Margarinefabrication verwendeten Fetten.

Margarin Nr. I	0,72	Mittel 0,7
„ „ II	0,68	
„ „ III	0,55	
„ „ IV	0,60	
Schweinfett (frisch)	0,71	
Sesamöl (frisch)	0,60	
Gemisch von Margarin und Sesamöl	1,15	
Baumwollenstearin (vegetab. Margarin)	0,82	

a wird dann $= 3{,}7$, mehr Decimalen anzufügen hat keinen Zweck. Diese Zahl ist aber nichts anderes, wie ich später bemerkte, als die Hälfte von Reichert's Werth für $a = 7{,}3$. $B = 100$ und $100 = a\,(n - b) = a\,(27{,}7 - 0{,}7)$; $100 = a \times 27$. $a = \frac{100}{27} = 3{,}704$. Also $B = 3{,}7\,(n - 0{,}7)$.

Und $n = \left(\frac{1}{a} \times B\right) + b; = (0{,}27 \times 100) + 0{,}7 = 27{,}7$.

Bei Wollny, der überhaupt etwas niedrigere Zahlen findet, wird $a = 3{,}5$ (genau 3,535) und $b = 0{,}36$. Es ist nun klar, dass es ein und dasselbe ist, ob ich nach Meissl um einige Zehntel mehr Alkali verbrauchte als nach Wollny, im ersten Falle ist der Werth für b, der ja abgezogen wird, um einige Zehntel höher, im anderen kleiner; der Fehler gleicht sich also bei der Berechnung durch die Formel aus.

Noch Eines ist hier zu bemerken: Wollny bringt Correcturen an, d. h. ausser der für fremde Fette erforderlichen Correctur, noch eine zweite. Er zerlegt nämlich die b entsprechende Zahl in jene, welche für einen blinden Versuch ohne Fett nöthig war, und in jene, welche mit Hinzufügen des sog. fremden Fettes erhalten wurde. So z. B. ohne Fett für Natronlauge allein 0,3 und für Natronlauge + Fett 0,36; erst die Differenz 0,06 setzt er für b ein. In der gleichen Weise corrigirt er dann den für n

gefundenen Werth; z. B. Verbrauch für einen blinden Versuch: 0,30 ccm.

Verbrauch für n: 0,85
" " b: 0,36.

Hier rechnet nun Wollny 0,85 und 0,36
— 0,30 — 0,30
corrigirter Werth für n = 0,55 und für b = 0,06.

Also $B = 3{,}5\,(0{,}55 - 0{,}06) = 3{,}5 \times 0{,}49 = 1{,}7\,\%$;
das ist aber dasselbe wie
$B = 3{,}5\,(0{,}85 - 0{,}36) = 3{,}5 \times 0{,}49 = 1{,}7\,\%$.

Das kann man sich also ersparen. Eine doppelte Correctur ist nur geeignet, Confusion anzurichten. Es genügt, sich zu überzeugen, dass die Reagentien rein seien, dass die von Wollny und von mir resp. von Mansfeld angegebenen Werthe für b nicht wesentlich überschritten werden. b haben wir eben als die Summe der Zahlen für blinde Versuche + fremde Fette aufzufassen. Ich habe hier nur die bei uns in Bayern gebräuchlichen fremden Fette im Auge. Bei Verwendung von Gemischen aus Margarin + Coccosfett würde sich bei Wollny wie bei Meissl die Formel als unbrauchbar erweisen, wie ich dies schon vor 7 Jahren [1]) nachgewiesen habe.

Aus dem Vorstehenden ist zu ersehen, dass sich die Meissl'sche Methode noch so weit vervollkommnen lässt, dass sie mit der Wollny'schen Modification sehr wohl concurriren kann. Es ist möglich, dass sie von anderer Seite noch weiter ausgebildet wird. Das aber kann man meiner Ueberzeugung nach von keiner Untersuchungsmethode verlangen, dass sie einige Zehntelprocent Butterfett in der Margarine anzeigt. Wir können nach keiner Methode mit Bestimmtheit erklären, ob eine Margarine mit 4 oder schon mit 5 % Butterfett gemischt ist.

Ich stimme Mansfeld vollkommen bei, wenn er sagt, Unterschiede von 1 % sind weder nach seiner noch nach der

---

1) I. und II. Jahresber. der Unters.-Anstalt d. hyg. Instituts in München. Rieger'sche Univers.-Buchhandlung 1882 S. 25.

Methode von Wollny mit Sicherheit nachzuweisen und erkläre das Gleiche von der Meissl'schen Methode in ihrer präcisirten Gestalt. Den Grund hierfür haben wir aber weniger in Mängeln der Methoden als vielmehr in den eigenthümlichen Entmischungsverhältnissen des Butterfettes sowie darin zu suchen, dass Buttersorten in ihrem Gehalt an flüchtigen Fettsäuren, je nach ihrer Herkunft, beträchtlichen Schwankungen unterliegen, eine Thatsache, die sich mit keiner Methode aus der Welt schaffen lässt.

Ueber die Veränderungen des Bieres in Flaschen.

Von

A. Hilger.

(Aus dem Laboratorium für angewandte Chemie der Universität Erlangen.)

Bei der Beurtheilung des Bieres von Seiten der Sachverständigen spielt eine bedeutende Rolle eine Vorfrage, welche sich mit der Art und Weise der Probeentnahme, des Versandtes mit Einschluss der Verpackung der zu untersuchenden Bierproben zu beschäftigen hat. Eine jede Bierprobe, welche bei mangelhafter Probeentnahme nicht in entsprechender Verpackung vorgelegt wird, sollte von dem Sachverständigen nicht zur Untersuchung angenommen werden. In dieser Richtung einheitliche Vorschriften hinsichtlich der Probeentnahme, Wahl der Flaschen, Korke, Verpackung etc. festzustellen, bleibt ein auf dem Gebiete der Lebensmittelcontrole vorhandenes dringendes Bedürfnis.

Nicht nur in der erwähnten Richtung Vorschläge zu machen, oder Bestimmungen festzustellen, sollen die folgenden Mittheilungen dienen, sondern nur die Resultate einer Versuchsreihe festzustellen, welche dazu bestimmt war, die Veränderungen des Bieres beim Aufbewahren in Flaschen unter verschiedenen Verhältnissen kennen zu lernen. Zu diesem Zwecke wurde eine Sorte Erlanger Bier in 9 dunkelgrüne Flaschen gefüllt, welche vollkommen rein, vor dem Einfüllen sterilisirt waren, mit neuen, vorher sterilisirten Korken verschlossen wurden. Je 3 Flaschen wurden in einem Keller von 4° mittlerer Temperatur, 3 Flaschen bei einer Temperatur zwischen 6 bis 8° schwankend und je 3 Flaschen einer Temperatur zwischen 17 bis 19° ausgesetzt. Nach 14 Tagen, 3 Wochen und 4 Wochen fanden Untersuchungen der fraglichen Biere statt und zwar wurden die entstandenen Trübungen, Absätze

mikroskopisch genau geprüft, ebenso Bestimmungen von Alkohol, der Gesammtacidität (in ccm Normalalkali ausgedrückt), sowie der Menge der flüchtigen Säuren vorgenommen. Bei der Feststellung der letzteren wurden 75 ccm Bier bis zur zähen Syrupconsistenz abdestillirt und in dem Destillate die Neutralisation mittels $^{1}/_{10}$ Normalkali vorgenommen und zwar wurde bei sämmtlichen Bieren diese Manipulation eingehalten.

Nach 14 Tagen hatten sich, wie vorauszusehen war, in sämmtlichen Flaschen Bodensätze gebildet, welche am stärksten in jenem Biere zur Entwickelung kamen, welches bei 17 bis 19° gestanden hatte. Bei dem Biere, welches bei 4° gestanden hatte, konnten nach 4 Wochen nebst Eiweissgerinnsel nur Hefezellen im Bodensatze nachgewiesen werden, denen vereinzelt der Milchsäurebacterien ähnliche Formen beigemengt waren. Bei den übrigen Bierproben, besonders bei jenen, welche bei 17 bis 19° gestanden waren, waren neben Eiweissausscheidung Hefenzellen, mit Sicherheit Essig- und Milchsäurebacterien schon nach 14 Tagen nachzuweisen.

Das Bier, welches zu den Versuchen benützt wurde, zeigte im Betreffe des Alkoholgehaltes, Gehaltes an Gesammtsäure, sowie flüchtigen Säuren folgende Verhältnisse:

Alkohol	4,17 % (Gewichts)
Gesammtsäure in ccm Normalkali	1,5 ccm
Flüchtige Säuren in ccm Normalkali . . .	0,12 ccm

Die Resultate der Untersuchung der Biere in derselben Richtung nach 14 Tagen, 3 und 4 Wochen sind folgende:

Bier, im Keller bei 4° aufbewahrt:

	nach 14 Tagen	3 Wochen	4 Wochen
Alkohol	4,03 %	3,99 %	3,86 %
Gesammtsäure in ccm N.-K. .	1,64	1,76	1,80
Flüchtige Säuren in ccm N.-K.	0,13	0,19	0,22

Bier, bei Temperaturen zwischen 6 und 8° aufbewahrt:

	14 Tagen	3 Wochen	4 Wochen
Alkohol	4,03 %	3,99 %	3,86 %
Gesammtsäure in ccm N.-K. .	1,7	1,8	1,82
Flüchtige Säuren in ccm N.-K.	0,15	0,21	0,22

	14 Tagen	3 Wochen	4 Wochen
Alkohol	3,98 %	3,98 %	3,77 %
Gesammtsäure in ccm N.-K. .	2,06	2,22	2,36
Flüchtige Säuren in ccm N.-K.	0,3	0,34	0,36

Die vorliegenden Resultate beweisen zur Genüge, dass Biere von normaler Beschaffenheit, welche unter entsprechenden Vorsichtsmaassregeln gefüllt und aufbewahrt wurden, längere Zeit unverändert bleiben oder nur geringe Veränderungen, speciell in der Acidität, zeigen.

Ich wurde bei dieser Arbeit in erfolgreicher Weise von Herrn Dr. Peters aus Braunschweig unterstützt.

Zur quantitativen Bestimmung der Mineralsäuren, speciell der Salz- und Schwefelsäure im Essig.

Von

A. Hilger.

(Aus dem Laboratorium für angewandte Chemie der Universität Erlangen.)

Studien über quantitative Bestimmung der Fuselöle, speciell der Bestimmung der aus den Alkoholen durch Oxydation erzeugten flüchtigen Fettsäuren führten mich zu einer Verwendung des Methylviolettes und zwar B 2 Nr. 56 (Farbenfabrik Bayer & Comp. in Elberfeld), welches bekanntlich bei der Prüfung des Essigs auf freie Mineralsäure gute Dienste leistet.

Neutralisirt man nämlich eine verdünnte Essigsäure mit Normal-Kali bei Anwendung von neutralem Lackmuspapier mittels Tüpfelung, concentrirt diese Flüssigkeit auf ein kleines Volumen und setzt 2 bis 3 Tropfen einer Methylviolettlösung (0,1 in 1000 Theilen) hinzu, so lässt sich mit Normalschwefelsäure in der Wärme bei 60 bis 70° bis zur eintretenden Farbenänderung in blau bis grün das Natriumacetat vollkommen zersetzen.

Die verbrauchte Menge Normalschwefelsäure ist äquivalent der Menge Normalkali, welche zur Neutralisation der Essigsäuren ursprünglich verbraucht wurde. Nach zahlreichen Versuchen konnte diese Reaction Verwerthung finden und führte zu folgender Methode der quantitativen Bestimmung:

Ist in einem Essig mit Hilfe von Methylviolett die Gegenwart von freier Schwefelsäure oder auch Salzsäure nachgewiesen, und es ist die quantitative Bestimmung dieser freien Mineralsäuren beabsichtigt, so verfährt man folgendermaassen:

»20 ccm des fraglichen Essigs werden mittels der Tüpfelgewebe mit Normalkali vollkommen neutralisirt, die neutrale

Flüssigkeit bis auf den 10. Theil eingedampft, mit einigen Tropfen der Methylviolettlösung versetzt, bis auf etwa 3 bis 4 ccm mit Wasser verdünnt und heiss mit Normalschwefelsäure bis zum Farbenübergange, der sehr scharf eintritt, versetzt. Die verbrauchte Normalschwefelsäure wird vom verbrauchten Normalkali abgezogen, der bleibende Rest an Normalkali auf die vorhandene Mineralsäure berechnet. Es kann auch in der Siedhitze am besten in einer Porzellanschale gearbeitet werden.«

Folgende Beleganalysen mögen die Brauchbarkeit der Methode beweisen, welche selbstverständlich auch in analogen Fällen Verwendung finden kann.

1. Essig mit 4 % Essigsäure, welcher einen absichtlichen Zusatz von 0,5 % H_2SO_4 erhielt.

   20 ccm = 15,3 ccm Normalkali zur Neutralisation.

   Verbrauch an Normalschwefelsäure in der concentrirten Flüssigkeit bis zur Blaufärbung = 13,3 ccm. Differenz ist 2,0 ccm. 20 ccm des Essigs enthalten 0,1 H_2SO_4, welche 2,04 ccm Normalkali zur Neutralisation verlangen.

2. Essig mit 4 % Essigsäure und 0,2 % H_2SO_4.

   20 ccm verbrauchten 14,15 ccm N.-K. Verbrauch an Normalschwefelsäure = 13,3 ccm. Differenz: 0,85 ccm N.-K.

   Die in 20 ccm dieses Essigs vorhandene Menge Schwefelsäure verlangt zur Neutralisation 0,81 ccm N.-K.

   Bei 4 Proben wurden übereinstimmende Resultate erhalten.

3. Essig mit 4 % Essigsäure und 0,1 % H_2SO_4.

   20 ccm Essig verbrauchten 13,7 ccm N.-K.; Normalschwefelsäure wurde bis zur Blaufärbung 13,3 ccm verbraucht. Differenz = 0,4 ccm N.-K., welche 0,0196 H_2SO_4 anzeigen, während in 20 ccm des Essigs 0,02 H_2SO_4 enthalten sind.

   Weitere Versuche ergaben, dass bei einem Schwefelsäuregehalt von 0,05 % in Essig die Reaction nicht mehr zuverlässig ist.

4. Essig mit 4 % Essigsäure und 0,5 % Salzsäure.

20 ccm verbrauchten 16,0 ccm N.-K., die neutralisirte Flüssigkeit bedarf 13,3 ccm (Mittel aus 3 Bestimmungen mit 13,25, 13,35 und 13,30 ccm) Normalschwefelsäure. Differenz 2,7 ccm N.-K. = 0,1 HCl (= 0,5 %).

5. Essig mit 4 % Essigsäure und 0,25 % HCl.

20 ccm = 14,7 ccm N.-K. Neutralisirte Flüssigkeit = 13,34. (Mittel aus 2 Bestimmungen.) Differenz = 1,4 ccm Normalnatron, welche 0,049 HCl entsprechen anstatt 0,05.

6. Essig mit 4 % Essigsäure und 0,1 % Salzsäure.

20 ccm = 13,8 ccm N.-K. Die neutrale Flüssigkeit verlangt bis zur Blaufärbung 13,30 ccm Normalschwefelsäure. Differenz = 0,5 ccm N.-K., welche entsprechen 0,02 HCl = 0,1 % HCl.

Herr Dr. Thylmann unterstützte mich in dankbarer Weise bei diesen Versuchen.

Ueber die Producte der alkoholischen Gärung mit specieller Berücksichtigung der Glycerinbildung.

Von

Victor Thylmann und A. Hilger.

Bei den Producten der alkoholischen Gärung, sowie der Gärung zuckerhaltiger Fruchtsäfte, sowie zuckerhaltiger Flüssigkeiten überhaupt, sind es besonders die Glycerinmengen, welche in ihren Schwankungen bei der Beurtheilung des Weines die Aufmerksamkeit der Sachverständigen auf sich zogen, besonders durch die Arbeiten und Mittheilungen von Müller-Thurgau, sowie auch E. List[1]) veranlasst. Die Verhältnisse zwischen Alkohol und Glycerin (auf 100 Theile Alkohol 7 bis 14,4 Glycerin) geriethen in ihrem Werthe in's Schwanken, welches noch nicht vollständig wieder in den Hintergrund getreten ist.

Mit Hinblick auf diese Thatsachen schienen Versuche am Platze, vor Allem dazu bestimmt, zu erfahren, wie es mit der Glycerinbildung bei reinen Zuckerlösungen stände, welche mit Hefe unter den verschiedenartigsten Bedingungen in Gärung versetzt werden. In dieser Richtung einen Beitrag su liefern, wurde eine grössere Versuchsreihe eingeleitet, welche beabsichtigte, die Gärungsproducte in ihren Mengen unter den verschiedenartigsten Gärungsbedingungen kennen zu lernen und zwar in der Weise, dass

a) Gärungsversuche mit verschiedenen Lösungen von Zuckerarten (Rohrzucker, Traubenzucker, Dextrose, Maltose,

1) Bericht über die 5. Versammlung der freien Vereinigung bayrischer Vertreter der angew. Chemie S. 94.

Laevulose, Raffinose) bei verschiedenen Temperaturen bei Luftzutritt und Luftabschluss durchgeführt wurden,

b) diese Versuche mittels reiner, normaler Bierhefe, sowie Reinculturen (aus der Versuchsstation München, Director Aubry) mit und ohne Nährstoffe für die Hefe angestellt und

c) bei diesen Versuchen auch auf die Dauer der Gärung Werth gelegt wurde.

Bei allen Versuchen wurden in den Producten der Gärung quantitativ bestimmt: Glycerin, Alkohol, freie Säuren, der noch unvergorene Zucker; auch wurde in einzelnen Fällen die Bernsteinsäure bestimmt.

In Betreff der Methoden, nach welchen diese Bestimmungen ausgeführt wurden, sei erwähnt, dass die bei der Untersuchung des Weines im Kreise der Sachverständigen üblichen Methoden gewählt wurden, bei Bestimmung der Säuren sowohl die Gesammtsäuremenge festgestellt wurde, als auch die flüchtigen Säuren. Letztere wurden in der Weise bestimmt, dass in dem bei der Alkoholbestimmung enthaltenen Destillate die Neutralisation mit $^{1}/_{10}$ Normalkali vorgenommen wurde, ausserdem noch in dem betreffenden bei der Alkoholbestimmung erhaltenen Destillationsrückstande nach Zusatz von Phosphorsäure die Destillation bis zur Syrupsconsistenz fortgesetzt wurde und abermals das so erhaltene weitere Destillat ebenfalls neutralisirt wurde.

Sämmtliche Gärungsversuche gelangten in der Art zur Ausführung, dass Gefässe und Lösungen stets vor der Gärung sterilisirt und nach Vollendung resp. sofort nach Unterbrechung derselben die erhaltenen Flüssigkeiten in einem mit Rückflusskühler versehenen Kolben zur Tödtung der Hefezellen einige Zeit höheren Temperaturen ausgesetzt wurden, worauf, nach dem Erkalten in ein ebenfalls zuvor sterilisirtes Gefäss filtrirt und darin die vergorenen Flüssigkeiten zur weiteren Verarbeitung aufbewahrt wurden.

I. Versuchsreihe.

Der Zweck dieser Versuchsreihe war, vorerst den Einfluss der Temperaturen auf den Gärungsverlauf zu ermitteln. Die

Gärungen wurden mit je 500 ccm einer reinen 20 proc. Rohrzuckerlösung unter Zusatz von je 50,0 g gut ausgewaschener, lebensfähiger Bierhefe ausgeführt und zwar bei 15 ° C., 25 ° C., 35 ° C. und bei Zimmertemperatur.

Dabei wurde einmal bei Luftzutritt vergoren, indem das Gefäss nur mit Watte leicht verschlossen war und sonst bei Luftabschluss. Die Gärungen unter letzterer Bedingung wurden in der Art durchgeführt, dass das Gärungsgefäss mit einem durchbohrten sterilisirten Korke, in welchen eine Glasröhre eingeführt war, luftdicht verschlossen wurde. Von der Glasröhre aus führte ein Gummischlauch, in dessen anderem Ende wiederum ein kleines gebogenes Röhrchen steckte, so in eine Wanne, dass das Rohrende mit Wasser überschichtet war und das Gas also unter Wasser entweichen musste.

Tabelle I.

	I.	II.	III.	IV.
	Luftabschluss	Luftabschluss	Luftabschluss	Luftzutritt (Watteverschluss)
Dauer der Gärung	25 Tage	10 Tage	10 Tage	10 Tage
Temperatur während der Gärung	15 ° C.	25 ° C.	35 ° C.	Zimmer temperatur
Unvergorener Zucker in %	0,10	0,6	6,25	0,16
Alkohol Gew. %	9,14	9,6	5,45	8,75
Alkohol Vol. %	11,35	11,9	6,80	9,75
Glycerin in %	0,1498	0,300	0,268	0,252
Relation von Alkohol zu Glycerin wie 100:	1,638	3,12	4,91	2,58
Anzahl der verbrauchten ccm Zehntelnormalkalilösung für 100 ccm Destillates	3,6	5,6	5,2	5,0
Das verbrauchte Normalkali auf Essigsäure berechnet	0,021	0,033	0,031	0,03

Bei Nr. 1 wurde die Temperatur mittels eines Thermoregulators genau geregelt und verlief die Gärung langsam, aber sehr regelmässig. Vergleichen wir die erhaltenen Zahlen, so ist,

wie dieses schon lange constatirt, die Temperatur von grossem Einfluss auf den Verlauf der Gärung. Abgesehen von I, welches bei der niederen Temperatur entsprechend länger gärte, sehen wir, dass die Temperatur von 35 ° C. die Gärung bedeutend verlangsamte, dabei ist es jedoch auffallend, dass, während hier noch 6,25 % unvergorener Zucker vorhanden sind, die Glycerinbildung schon so weit vorgeschritten ist, dass sie bereits mehr beträgt als bei II und IV, welche nur noch geringe Mengen unvergorenen Zuckers enthalten. Der Verlauf der Gärung war bei 35 ° C. auch viel unregelmässiger als bei den anderen Temperaturen. Bei der niedrigen Temperatur von 15 ° C. ist die Glycerinbildung auffallend in den Hintergrund getreten und ist bei keinem anderen Versuche je wieder dieselbe in so geringer Menge beobachtet worden.

Das Verhältnis des Glycerins zu Alkohol ist bei weiteren Versuchen im Durchschnitt so gefunden worden, dass auf 100 Theile Alkohol 4,64 Glycerin kommen, was mit den Versuchen von Cloudon und Morin, auf welche wir später eingehender zurückkommen, nahezu übereinstimmt.

Dass der Alkoholgehalt öfter etwas zu gering gefunden wird, beobachtete A. Mayer und schreibt dieses theils dem Entweichen von Alkoholdämpfen mit der Kohlensäure, theils der Entwickelung fremder Organismen zu [1]). Ausserdem ist zu berücksichtigen, dass ein Theil des Zuckers von der Hefe zu ihrer Ernährung verbraucht wird.

II. Versuchsreihe.

Dieselben Zuckerlösungen wie bei der ersten Reihe wurden mit denselben Hefemengen vergoren, bekamen jedoch einen Zusatz von Nährstoffen, um zu beobachten, welche Wirkungen dadurch auf die Gärung hervorgebracht werden. Zu diesem Zwecke wurde eine Nährstoffmischung, bestehend aus

1,0 Pepsin,
1,0 saurem phosphorsaurem Kali,

1) Untersuchungen über die alkoholische Gärung, den Stoffbedarf und dem Stoffwechsel der Hefepflanze von Dr. A. Mayer, Heidelberg 1869, S. 19.

0,5 schwefelsaurer Magnesia,
0,5 phosphorsaurem Kalke,

den Zuckerlösungen zugesetzt. Es wurde bei Luftabschluss vergoren und die eine Gärung bei 25 °C., die andere bei 30 °C. durchgeführt.

Tabelle II.

	I.	II.
Dauer der Gärung	5 Tage	5 Tage
Temperatur während der Gärung	25 ° C.	30 ° C.
Unvergorener Zucker in %	1,40	0,65
Alkohol in Gew. %	8,59	8,73
Alkohol in Vol. %	10,70	10,85
Glycerin in %	0,396	0,394
Relation von Alkohol zu Glycerin wie 100:	4,61	4,50
Anzahl der verbrauchten ccm Zehntelnormalkali für 100 ccm des Destillates	2,93	3,66
Verbrauchte Normalkalilösung auf $C_2H_4O_2$ berechnet	0,017	0,021

III. Versuchsreihe.

Diese Versuchsreihe wurde unter Anwendung von Dextrose und Laevulose angestellt. Es sind hier zwei Sorten Traubenzucker in Anwendung gezogen worden, von welchen die eine aus der Merck'schen Fabrik in Darmstadt stammte und als chemisch rein, crystallisirt und wasserfrei bezeichnet, während die andere als amerikanischer Traubenzucker von H. Trommsdorff in Erfurt bezogen war. Die Laevulose, ebenfalls von E. Merk, war zwar von gutem Aussehen, erwies sich jedoch nicht als rein und hinterliess beim Verbrennen einen Rückstand; mit Alkohol gab sie keine Fällung. Von einem Zusatz von Nährstoffen wurde hier abgesehen. Die Dextrose wurde in 20 proc., die Laevulose in 15 proc. Lösung angewendet und die Gärung unter gleichen Umständen in Scene gesetzt wie oben, bei Luftabschluss und einer Temperatur von 25 ° C.

Nach 9 Tagen zeigte sich keine Kohlensäureentwickelung mehr und wurde daher die Gärung unterbrochen.

Tabelle III.[1])

	I.	II.	III.
	20 proc. Lösung von amerik. Trauben-zucker	20 proc. Lösung von chemisch rein. cryst. wasserfreiem Traubenzucker	15 proc. Lösung von Laevulose
Unvergorener Zucker in % . .	1,15	0,1	0,25
Alkohol Gew. %	8,61	8,59	5,64 (7,85)
Alkohol Vol. %	10,70	10,5	7,03 (9,37)
Glycerin in %	0,3141	0,2746	0,116 (0,154)
Relation von Alkohol zu Glycerin wie 100:	3,64	3,19	2,05
Anzahl der verbrauchten ccm Zehntelnormalkalilösung für 100 ccm Destillates	7,33	5,33	2,86 (3,81)
Verbrauchte Normalkalilösung auf Weinsäure berechnet . . .	0,0439	0,0319	0,0171 (0,0228)

Vergleicht man mit dieser Tabelle noch die Reihe II der Tabelle I, welche die Resultate einer unter denselben Verhältnissen vergorenen Rohrzuckerlösung enthält, so findet man im Ganzen Uebereinstimmung. Dass die Dextrose und Laevulose stets etwas weniger Alkohol und überhaupt alle Gärungsproducte in geringerer Menge liefern, liegt klar auf der Hand, da der Rohrzucker um 5 % wasserärmer ist als Glycose, weshalb sämmtliche Gärungsproducte in erhöhtem Maasse zu erwarten sind.

IV. Versuchsreihe.

Bei dieser Versuchsreihe wurden die Vergärungen durchgehends bei Luftzutritt durchgeführt, d. h. die Gärungskolben alle nur mit einem Watteverschluss versehen. Vergoren wurde Rohrzucker, die beiden Arten Traubenzucker und Laevulose. Die Temperaturen wurden verschieden gewählt und Nährstoffe keiner der Lösungen zugesetzt.

1) Die Zahlen in Klammern sind auf 20 proc. Laevuloselösung berechnet, um zum besseren Vergleich zu dienen.

Tabelle IV.

	I.	II.	III	IV.	V.	VI.
	20 proc. Lösung vonRohrzucker	20 proc. Lösung vonRohrzucker	20 proc. Lösung v. chem. reinem Traubenzucker	20 proc. Lösung von amerik. Traubenzucker	15 proc. Lösung von Laevulose	20 proc. Lösung von Rohrzucker
Dauer der Gärung . .	12 Tage	12 Tage	12 Tage	12 Tage	14 Tage	11 Tage
Temperatur während der Gärung	35° C.	25° C.	25° C.	25° C.	25° C.	15 bis 17° C.
Unvergorener Zucker in %	5,60	0,3	0,5	0,25	0,1	0,1
Alkohol { in Gew. % .	4,825	8,59	8,55	8,96	3,21 (4,28)	9,09
Alkohol { in Vol. % .	6,05	10,67	10,6	11,2	4,0 (5,35)	11,30
Glycerin in %	0,1917	0,424	0,410	0,3865	0,2315 (0,308)	0,3305
Relation von Alkohol zu Glycerin wie 100: . .	3,97	4,93	4,79	4,92	7,19	3,74
Anzahl der verbr. ccm Zehntelnormal-KOH für 100 ccm des Destillates	5,2	7,46	5,2	5,8	8,53 (11,37)	4,93
Verbrauchte Normalkalilösung auf Weinsäure berechnet	0,0312	0,0447	0,0312	0,0349	0,0511	0,0295

Hierbei zeigte sich, dass die 5 ersten Lösungen sofort sehr energisch zu gären begannen, Nr. I jedoch sehr bald nachliess. Dass übrigens die Temperatur von 35° C. entschieden von ungünstigem Einfluss auf den Verlauf der Gärung ist, tritt auch hier wieder zu Tage, indem bei gleicher Zeitdauer wie bei Nr. II, III und IV noch 5,6% Zucker unvergoren blieben. Während es sonst der Fall zu sein scheint, dass die Glycerinbildung gerade im Anfang der Gärung schon auftritt, ist dieselbe hier bei I ebenfalls auf eine kleinere Zahl herabgedrückt. Im Ganzen sind die Zahlen für die Glycerinmenge bei dieser offen vergorenen Reihe etwas höher, als sie bei Luftabschluss beobachtet wurden, während die Bernsteinsäurebildung hier durchweg vermehrt erscheint. Nr. VI ist hier bei Luftzutritt in weniger als der halben Zeit vergoren, als unter ähnlichen Bedingungen (Tab. I, 1) bei Luftabschluss (es war hier der heissen Witterung wegen leider nicht möglich, die Gärung, wie beabsichtigt, ebenfalls bei genau 15° C. durchzuführen; die Temperatur schwankte zwischen 15 bis

17 ° C.). Die Producte sind annähernd dieselben wie bei jenem ersten Versuche, eine Ausnahme macht die Glycerinbildung, welche dort auf ein Minimum herabgedrückt ist, während sie hier die Durchschnittszahl der übrigen Versuche erreicht. Es wird demnach die Glycerinbildung bei Luftzutritt vermehrt.

An diese Versuche reihte sich nun noch eine

V. Versuchsreihe

an, bei welcher Lösungen (es wurde hier der Rohrzucker gewählt) verschiedener Concentration der Gärung unterworfen wurden und zwar eine Lösung, welche nur die Hälfte Zucker enthielt (10 %), während zwei andere Proben vermehrte Zuckermengen (30 % und 40 %) enthielten. Es wurden je 2 Versuche angestellt, wovon unter denselben Bedingungen immer der eine bei Luftzutritt, der andere bei Luftabschluss vergoren wurde. Die Temperatur war 25 bis 27 ° C.

Es hatte hierbei den Anschein, als ob nach ca. 6 Tagen alle Flüssigkeiten vergoren wären; als jedoch die Gärung unterbrochen und die Resultate festgestellt waren, zeigte sich, dass die concentrirten Lösungen nur zum geringen Theile vergoren waren und noch grosse Mengen unvergorenen Zuckers enthielten, woraus zu schliessen war, dass es der Hefe doch an der nöthigen Nahrung gefehlt hat. Die Hefe war im Verhältnis zum Zuckergehalt der Lösungen zugesetzt; zu den Versuchen I und II je 20,0 g auf 500 ccm; zu den Versuchen III und IV je 60,0 g und zu Nr. V und Nr. VI je 80,0 g auf dieselbe Menge. Die 10 proc. Lösung vergärte vollkommen normal. (Siehe Tab. V folgende Seite.)

Bei diesen Vergärungen (d. h. bei den concentrirteren Lösungen) ist die starke Acidität auffallend und zwar ist sie stets bei den offen vergorenen Lösungen stärker, als bei denjenigen, welche bei Luftabschluss die Gärung durchgemacht haben. Auf die stark vermehrte Glycerinbildung (Relation von Alkohol zu Glycerin wie 100 : 11,78) sei ferner hingewiesen.

Bei allen bis jetzt angeführten Versuchen wurde mit gut ausgewaschener Bierhefe gearbeitet, bei den nun folgenden Versuchsreihen wurden die Gärungen mit einer Reincultur von Hefe

eingeleitet und durchgeführt. Alle Gegenstände, welche bei der Arbeit in Anwendung kamen, wurden auf das sorgfältigste sterilisirt, um alle fremde Organismen fern zu halten. Auf weitere Producte als Alkohol und Glycerin wurde keine Rücksicht genommen, zumal die Mengen Flüssigkeit, welche hier in Arbeit genommen werden konnten, nur klein waren. Die Versuche wurden in der Art vorgenommen, dass bei der ersten Versuchsreihe die Gärung zu verschiedenen Zeiten unterbrochen wurde; vergoren wurde Rohrzucker und Traubenzucker in 15 proc. Lösung.

Tabelle V.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
	10 proc. Lösung von Rohrzucker		30 proc. Lösung von Rohrzucker		40 proc. Lösung von Rohrzucker	
	offen	Luftabschluss	offen	Luftabschluss	offen	Luftabschluss
Dauer der Gärung . . .	6 Tage	6 Tage	6 Tage	6 Tage	6 Tage	6 Tage
Temperatur während der Gärung	25 bis 27° C.	25 bis 27° C.	25 bis 27° C.	25 bis 27° C.	25 bis 27° C.	25 bis 27° C.
Unvergorener Zucker in %	0,05	nur noch Spuren	12,5	11,5	28,125	26,80
Alkohol in Gew. % . .	4,569	4,87	8,00	8,93	5,76	5,87
Alkohol in Vol. % . .	5,715	6,10	9,95	11,08	7,19	7,32
Glycerin in %	0,191	0,245	0,435	0,443	0,679	0,4385
Relation von Alkohol zu Glycerin wie 100: . .	4,18	5,04	5,43	4,96	11,78	7,47
Anzahl der ccm Zehntel-Normal-KOH, welche 100 ccm des Destillates verlangen	4,0	2,26	10,80	9,60	25,23	14,13
Verbrauchte Normalkalilösung auf Weinsäure berechnet	0,024	0,0135	0,064	0,057	0,1513	0,0847

Bei diesen Vergärungen mit reinen Hefeculturen wurde die Ernährungsfrage der Hefe nochmals in Erwägung gezogen und zwar wurde dieses Mal eine andere Nährlösung gewählt, welche von M. Hayduck mit Erfolg angewendet worden ist. Es enthält diese Lösung kein Pepsin, sondern Asparagin ausser den früher

ebenfalls zugesetzten Salzen. Der Erfolg war ein überraschender, indem die Gärung in derselben Zeit bei den mit Nährflüssigkeit versetzten Lösungen fast um das doppelte so schnell ging, als ohne Nährstoffzusatz. Die Nährflüssigkeit besteht nach Hayduck aus:

25,0 g saurem phosphorsaurem Kali,
8,5 g cryst. schwefelsaurer Magnesia und
20,0 Asparagin zu 1 l.

Von dieser Lösung wurden auf 100 ccm einer 15 proc. Zuckerlösung 25 ccm zugesetzt, resp. in den 100 ccm der zu vergärenden Flüssigkeit waren 15,0 g Zucker und die Nährstoffe, welche 25 ccm der Nährlösung entsprechen, enthalten. Bei einer anderen Versuchsreihe wurde wieder Rücksicht genommen auf den directen Zutritt der Luft und den Abschluss derselben, während bei einer dritten Reihe andere Zuckerarten der Gärung unterworfen wurden und zwar ausser Laevulose auch Maltose und Raffinose.

VI. Versuchsreihe.

Bei einer früheren noch mit gewöhnlicher Hefe vorgenommenen unterbrochenen Gärung wurde eine 15 proc. Rohrzuckerlösung bei 25 bis 30 °C. vergoren und dabei folgende Resultate erhalten:

Tabelle VI.

Dauer der Gärung	7 Stunden	24 Stunden	4 Tage	7 Tage
Alkohol Gew. %	1,60	4,09	6,23	6,75
Alkohol Vol. %	2,02	5,02	7,78	8,40
Glycerin	0,075	0,09	0,1965	0,30

Bei den mit reiner Hefe in Scene gesetzten Gärungen konnte nur dreimal die Unterbrechung stattfinden und wurde dazu gewählt die Zeit nach 6 Stunden, nach 1 Tage und nach 5 Tagen. In folgender Tabelle sind die Alkohol- und Glycerinmengen zusammengestellt, welche sich bis zu den verschiedenen Zeitpunkten gebildet hatten. Die Temperatur war während der Gärung 25 bis 30 °C.

Tabelle VII.

		Die Lösungen enthalten 15 % Zucker		Alkohol Gew. %	Alkohol Vol. %	Glycerin	Relation von Alkohol zu Glycerin wie 100
nach 6 Stunden	A	Rohrzucker	+ Nährstoffe	3,86	4,80	0,2525	6,53
	B		ohne Nährstoffe	1,65	3,08	0,0605	3,66
	C	Traubenzucker	+ Nährstoffe	3,58	4,47	0,2442	6,82
	D		ohne Nährstoffe	1,77	2,23	0,0517	2,92
nach 1 Tage	A_1	Rohrzucker	+ Nährstoffe	6,15	7,68	0,4122	6,70
	B_1		ohne Nährstoffe	3,63	4,54	0,2000	5,50
	C_1	Traubenzucker	+ Nährstoffe	6,05	7,52	0,2470	4,08
	D_1		ohne Nährstoffe	3,59	4,49	0,2735	7,61
nach 5 Tagen	A_2	Rohrzucker	+ Nährstoffe	6,56	8,17	0,4132	6,20
	B_2		ohne Nährstoffe	6,55	8,15	0,3337	5,09
	C_2	Traubenzucker	+ Nährstoffe	6,37	7,94	0,2860	4,48
	D_2		ohne Nährstoffe	6,28	7,83	0,4000	6,36

Vergleichen wir die Versuche B und D der obigen Tabelle mit dem Versuche I der vorhergehenden, so finden wir, dass zwischen den Producten, welche die gewöhnliche Hefe geliefert und denen der reinen kein grosser Unterschied ist: 1,6 % Alkohol mit gewöhnlicher und 1,65 % bei derselben Lösung mit reiner Hefe. Traubenzucker vergärt etwas schneller. Die Glycerinmenge, welche sich in den 6 bis 7 Stunden gebildet, schwankt um ca. 0,02 % bei den Lösungen ohne Nährstoffzusatz. Diejenigen Lösungen, welche Nährstoffe zugesetzt bekamen, haben in derselben Zeit bedeutende Mengen Alkohol mehr geliefert und ist namentlich beachtenswerth, dass sich die Glycerinmengen stark vermehrt haben; es scheint demnach durch die Nährstoffe und die hierdurch vermehrte Entwickelung der Hefe die Glycerinbildung gesteigert zu werden. Diese Erscheinung ist jedoch nicht allgemein der Fall; denn ziehen wir den Versuch D_2 mit in Vergleich, so finden wir, dass hier nach vollendeter Gärung und gegen den Schluss derselben die Glycerinmenge der Lösung ohne Nährstoffe diejenige der Nährstoffe enthaltenden wieder überholt hat. Ebenso ist bei Versuch D_1 die Glycerinbildung vorgeschritten, insbesondere im Verhältnis zum gebildeten Alkohol.

Es ist diese Vermehrung des Glycerins um so auffallender, als oben bei den Vergärungen mit gewöhnlicher Hefe eine mit der Alkoholbildung fortschreitende Menge Glycerin gebildet zu werden schien.

Das Glycerin zeigte bei der zu verschiedenen Zeiten unterbrochenen Gärung folgende Zunahme:

	nach 1 Tag	nach 5 Tagen
Bei Rohzuckerlösung + Nährstoffe	0,1597	0,1607
Bei Rohrzuckerlösung ohne Nährstoffe . . .	0,1395	0,2732
Bei Traubenzuckerlösung + Nährstoffe . .	0,0028	0,0418
Bei Traubenzuckerlösung ohne Nährstofie .	0,2218	0,3483

VII. Versuchsreihe.

Diese Versuchsreihe wurde mit einer 15 proc. Traubenzuckerlösung ohne Nährstoffzusatz bei verschiedenen Temperaturen angestellt und dabei die Temperaturen 25° C. und 34° C. gewählt. Es wurde ausserdem wieder je eine Quantität unter Luftabschluss, eine andere bei Zutritt der Luft der Gärung unterworfen. Die Gärung dauerte 4 Tage.

Tabelle VIII.

15 proc. Lösungen von Traubenzucker	Alkohol		Glycerin in %	Relation von Alkohol zu Glycerin wie 100
	Gew. %	Vol. %		
offen Temperatur 25° C.	6,80	8,48	0,2740	6,80
Luftabschluss: Temperatur 25° C.	6,61	8,22	0,3732	5,64
offen Temperatur 34° C.	5,49	6,84	0,2455	4,54
Luftabschluss: Temperatur 34° C.	6,28	7,83	0,3472	5,52

Auch hier tritt uns wieder dieselbe Erscheinung entgegen, welche schon oben bei den Versuchen mit gewöhnlicher Hefe beobachtet wurde, nämlich die Abnahme der Glycerinbildung bei höheren Temperaturen. Ueberhaupt ist wieder hier bei der Temperatur von 34 ° C. die Gärung nicht so weit vorgeschritten als bei 25 ° C.

VIII. Versuchsreihe.

Der Zweck dieser Versuchsreihe war, die Gärungsproducte von einigen anderen Zuckerarten festzustellen. Es gelangten zur Vergärung Maltose, Laevulose und Raffinose, die beiden ersteren in 15 proc., die letztere in 10 proc. Lösung. Zu je 100 ccm dieser Lösungen wurden 6,0 g reiner Hefe zugesetzt und die Gärungsgefässe mit einem Watteverschluss versehen, da bei vollkommenem Abschluss der Luft oft ein sehr unregelmässiger Verlauf der Gärung zu beobachten war. Die Temperatur wurde zwischen 25 ° C. und 30 ° C. gewählt, da hierbei die Gärung erfahrungsgemäss am regelmässigsten verläuft.

Es stellten sich folgende Zahlen heraus:

Tabelle IX.

	Maltose (15 proc. Lösung)	Laevulose (15 proc. Lösung)	Raffinose (10 proc. Lösung)
Dauer der Gärung	7 Tage	7 Tage	7 Tage
Unvergorener Zucker in %	0,40	1,50	—
Alkohol Gew. %	6,14	2,60	3,83
Alkohol Vol. %	7,66	3,27	4,81
Glycerin in %	0,2447	0,1562	0,1887
Relation von Alkohol zu Glycerin wie 100:	3,98	6,00	4,91
Anzahl der verbrauchten ccm Zehntel-normal-KOH für 100 ccm des Destillates	3,74	2,93	3,33
Verbrauchtes Normal-KOH berechnet auf Weinsäure	0,0224	0,0175	0,0199

Wir sehen hieraus, dass Maltose und namentlich Raffinose normale Gärungsproducte liefern, während Laevulose, wie oben Tab. IV,v schon einmal beobachtet, eine eigenthümliche Erscheinung zeigt in Bezug auf die Alkoholbildung, deren Ursache hier nicht aufgeklärt werden konnte. Zu bemerken ist, dass dorten bei 0,1 % unvergorener Laevulose, 3,21 Gew. % Alkohol gebildet wurden, während hier bei 1,5 % unvergorener Laevulose nur 2,60 Gew. % Alkohol auftreten, Zahlen, welche zum unvergorenen Zucker in ähnlichem Verhältnis stehen. Infolge dieses geringen Alkoholgehaltes steigt die Relation von Alkohol zu Glycerin natürlich erheblich.

Uebersehen wir nun die gesammten Versuche (vgl. Tab. X sowie VII bis IX), so ergeben sich folgende Resultate:

1. Bei langsamer Gärung und niederer Temperatur ist die Glycerinbildung vermindert.

Wir sehen dies an Versuch A der Tabelle X, bei welchem die Temperatur mittels eines Thermoregulators stets genau auf 15 ° C. gehalten wurde und die Gärung, bis sie beendet schien, 25 Tage dauerte. Die Glycerinmenge ist hier auf ein Minimum herabgedrückt, indem auf 100 Theile Alkohol nur 1,638 Theile Glycerin kommen, eine Zahl, wie sie bei keinem anderen Versuche wieder erhalten wurde. Dass die Temperatur dabei von Einfluss, erhellt aus Versuch D, bei welchem die Temperatur nicht über 17 ° C. hinauskam und die Glycerinbildung ebenfalls reducirt erscheint.

2. Die für Wein, dem Producte der Gärung des Traubensaftes, festgesetzte Relation von Alkohol zu Glycerin wie 100 : 7 im Minimum [1]) ist für reine Zuckerlösung nicht zutreffend.

Im Durchschnitt von 21 Vergärungen von Zuckerlösungen mit gewöhnlicher Bierhefe wurde hier das Verhältnis wie 100 : 4,6 gefunden.

Bei einem von Morin und Cloudon [2]) angestellten Versuche ist das Verhältnis noch geringer, indem jene Experimentatoren beim Vergären von 100 kg Zucker 2120,0 g Glycerin und

1) Vgl. Vereinbarungen betreffs der Untersuchung etc. S. 214.

2) Compt. rend. 1887 p. 104, 1109.

50615,0 g Aethylalkohol bekamen, was der Relation 100 : 4,18 entspricht.

Die Beobachtung zeigt, dass bei Zusatz von Nährstoffen die Glycerinbildung meistens in erhöhterem Maasse zu constatiren ist, als bei reinen Zuckerlösungen. Da nun im Weine die Hefe ebenfalls viel günstigere Bedingungen zu ihrer Ernährung findet, indem ja in dem Traubensafte sowohl Eiweissstoffe, als Phosphate und Sulfate des Kaliums und der Magnesia gelöst enthalten sind, so mag für den Wein ebenfalls eine etwas höhere Relation gelten, als hier im Durchschnitt gefunden wurde; ob jedoch die jetzt noch gültige Relation 100 : 7 im Minimum aufrecht erhalten werden darf, scheint zunächst zweifelhaft, da hier trotz der günstigsten Bedingungen wie z. B. beim Zusatz von Asparagin, welches sich als vorzügliches Nährmittel für die Hefe erwiesen, diese Zahl nicht erreicht wurde.

3. Bei Zuckerlösungen, welche einen Zusatz von Nährstoffen erhalten haben, ist die Glycerinbildung meistens in erhöhtem Maasse zu beobachten.

Der Procentgehalt von 0,3965 und 0,394 (E und F der Tab. X) ist von keiner anderen 20 proc. Zuckerlösung, sowohl Rohr- als Traubenzuckerlösung, erreicht worden. Bei den Versuchen mit Reinhefe (vgl. Tab. VII D_2) ist jedoch ein Fall zu verzeichnen, der eine Ausnahme macht, indem dorten eine Lösung von amerikanischem Traubenzucker ohne Nährstoffzusatz eine solche, welche mit Nährstoffen versetzt, in Bezug auf die Glycerinmenge überholt hat.

4. Ob die Gärung bei Luftzutritt oder bei Luftabschluss stattfindet, ist von keinem merklichen Einfluss auf die Glycerinbildung.

5. Die Temperatur von 35 ° C. verlangsamt die Gärung, zugleich aber auch die Glycerinbildung, welches letztere bei der durch zu starke Concentration der Zuckerlösungen verlangsamten Gärung nicht der Fall ist.

Während bei 25 ° C. eine 20 proc. Zuckerlösung bis auf einen kleinen Zuckergehalt vergoren war, enthielt eine bei 35 ° C. vergorene Lösung derselben Concentration nach derselben Zeit und

unter sonst gleichen Bedingungen noch 5,6 bis 6,25 % unvergorenen Zucker; die Menge des Glycerins, welches sich während dieser Zeitdauer gebildet, steht ungefähr in demselben Verhältnis zum gebildeten Alkohol, wie bei den vollständig vergorenen Lösungen bei 25 ° C. Bei den Vergärungen S bis V der Tab. X, bei welchen ebenfalls noch viel unvergorener Zucker vorhanden ist, was jedoch von der Temperatur nicht abhängt, sondern davon, dass die Lösungen zu concentrirt waren, ist die Glycerinbildung schon bedeutend weiter vorgeschritten. (Vgl. nächsten Absatz.)

6. Wenn Zuckerlösungen einen grösseren Procentsatz Zucker enthalten, ist die Relation von Glycerin zu Alkohol in vermehrtem Maasse zu beobachten und zwar bei denjenigen, welche bei Luftzutritt vergoren sind, am erheblichsten.

Die Relation von Alkohol zu Glycerin hat bei den Versuchen S bis V (Tab. X) ihr Maximum erreicht und kamen in einem Falle sogar auf 100 Theile Alkohol beinahe 12 Theile Glycerin. Es hält hier die Glycerinbildung durchaus keinen gleichen Schritt mit der Alkoholbildung, welch' letztere bei diesen Vergärungen noch sehr gering war. — Auffallend erscheint bei diesen Versuchen auch die vermehrte Gesammtacidität. (Vgl. unten.)

Ein Bild über den Verlauf der Gärung erhalten wir am übersichtlichsten, wenn wir den gebildeten Alkohol mit der noch unvergorenen Zuckermenge in Vergleich ziehen.

Es wurden bei den Versuchen mit verschiedenen Zuckerarten folgende Beobachtungen gemacht, welche schon früher Beobachtetes bestätigen:

a) Der Verlauf der Gärung geht bei Luftabschluss nicht so regelmässig von Statten und langsamer als bei Luftzutritt.

b) Die Temperatur ist von grossem Einfluss auf die Gärungsdauer.

Es ist dieses eine bekannte Thatsache und fanden A. Blankenhorn und J. Moritz[1]), dass die Dauer der Gärung den Temperaturen umgekehrt proportional ist; selbstverständlich innerhalb gewisser Grenzen und zwar fanden obige Experimentatoren die

1) Annalen der Oenologie Bd. 3 S. 6.

obere Grenze zwischen 35 bis 38 ° C., während sie unterhalb 15 ° C. keinen Gärungsversuch mehr in Scene setzen konnten.

Bei vorliegenden Versuchsreihen ist die Temperatur zwischen 25 ° C. und 30 ° C. als die günstigste beobachtet worden, während bei 35 ° C. die Gärung bedeutend verlangsamt war; am regelmässigsten, allerdings aber auch am langsamsten, verlief eine bei genau 15 ° C. durchgeführte Gärung; hier war die Entwickelung der Gasblasen mit der grössten Regelmässigkeit zu beobachten, successive abnehmend.

c) Mit der Concentration der Zuckerlösungen nimmt die Intensität der Gärung ab.

Während eine 10 proc. Rohrzuckerlösung bei 25 bis 27 ° C. nach 6 Tagen bis auf ganz unbedeutende Spuren von Zucker vergoren war, enthielten eine 30 proc. und eine 40 proc. Lösung bei derselben Temperatur und der gleichen Zeitdauer noch 11,5 bis 12,5 resp. 26,8 bis 28,1 % unvergorenen Zucker. Der gebildete Alkohol stand im normalen Verhältnis zum vergorenen Zucker; Glycerin und Acidität der letzteren Lösungen waren vermehrt.

In Bezug auf die Bildung der flüchtigen Säuren (Essigsäure) ist keine Regelmässigkeit zu bemerken und scheinen diese bald hier, bald dort, vermehrt. Nur bei den Lösungen, welche 30 und 40 % Zucker enthielten, war, wie schon oben bemerkt, starke Vermehrung der Acidität eingetreten und zwar in erhöhtem Maasse bei den offen vergorenen Proben, welche Erscheinung in anderen Fällen, wo ebenfalls bei sonst gleichen Bedingungen, bei Luftabschluss und Luftzutritt, mit 20 proc. Lösungen gearbeitet wurde, nicht zu bemerken war.

Die Bernsteinsäurebildung erscheint bei den offen vergorenen Lösungen gegenüber den bei Luftabschluss vergorenen, vermehrt.

Die Fuselöle waren qualitativ in jeder vergorenen Flüssigkeit nachweisbar, schienen jedoch nur in sehr geringer Menge vorhanden zu sein.

Zum Schlusse lassen wir eine Gesammtübersicht über die Resultate sämmtlicher Versuche folgen (S. 467 a).

Zur Kenntnis des Safrans und dessen Verfälschungen.

Von

G. Kuntze und A. Hilger.

Mag der Safran als Gewürz oder Färbemittel angesehen werden, was wohl nach dessen Verwendung in verschiedenen Ländern statthaft erscheint, immerhin bleibt derselbe ein interessanter Gegenstand, wenn es sich um dessen Beurtheilung hinsichtlich der Reinheit handelt.

Jeder Beitrag in dieser Richtung muss daher eine gewisse Bedeutung besitzen, vor Allem in den Kreisen der Sachverständigen, welche sich mit der Prüfung dieses Pflanzentheiles zu beschäftigen haben und daher auch die folgenden Mittheilungen entsprechend zu würdigen verstehen.

Eine grössere Anzahl Handelssorten von ganzem Safran, durch Vermittelung der Herren Gehe & Comp., Dresden, O. Buschmann, Braunschweig, speciell auch der Herren G. Bode erhalten, gab zunächst Veranlassung, über den Aschen- und Feuchtigkeitsgehalt dieser Proben Aufschluss zu erhalten. Die lufttrockne Substanz wurde bei 100° getrocknet und direct nach Feststellung des Wassergehaltes eingeäschert. Es kamen hierbei immer je 3 g der einzelnen Sorten zur Verwendung. Die hierbei erhaltenen Resultate sind folgende:

Safransorten	Aschen %	Feuchtigkeit %
Crocus Gatinais elect. vieux	5,07	16,82
Crocus Gatinais vieux (1884)	6,64	13,50
Crocus Gatinais nouveau coupé	5,16	13,04
Crocus Gatinais natur. extra	5,35	12,95
Crocus Gatinais epluché	5,13	11,06
Crocus Gatinais elect.	4,64	13,01
Crocus Gatinais naturel	5,98	15,76
Crocus Gatinais elect.	4,48	12,47
Crocus d'Espagne Mancha Super.	5,42	11,38
Crocus hispanic. Aragon (Sierra)	6,27	9,65
Crocus hisp. Aragon (Rio)	6,06	11,40
Crocus hisp. baja	6,64	10,26
Crocus hisp. Mediana (Tobarra)	5,27	13,15
Crocus hisp. corriente	5,62	8,89
Crocus hisp. Muy superiore	5,38	9,38
Crocus hispanicus	5,29	11,02
Crocus hisp. natur.	6,70	13,50
Crocus hisp. natur.	6,55	14,42
Crocus hispanic. Select.	5,38	9,07
Crocus hispanic. nat.	5,50	12,00
Crocus hispanic. coupé	5,37	12,24
Crocus hisp. Sr. extr.	6,90	13,09
Crocus hispanicus	6,56	13,98
Italienischer Safran	5,48	10,32
Oesterreichischer Safran	5,01	9,80
Oesterreichischer Safran	4,80	12,03
Neapolitanischer Safran	5,59	11,60
Crocus elect. coupé Gatinais	5,79	13,60
Crocus Gatinais naturel	6,26	13,93
Crocus Gatinais elect.	6,20	13,50

Die hier vorliegenden Zahlen beweisen, dass 8 % Mineralbestandtheile bei unseren reinen Safransorten als höchste Grenze aufgestellt werden darf, ferner auch der Gehalt an Feuchtigkeit (Wasser) keine allzugrossen Schwankungen zeigt. Bei näherer Prüfung der Mineralbestandtheile zeigte sich der verhältnismässig hohe Gehalt der Safranasche an Phosphorsäure, nämlich 8,35 % in Wasser lösliche und 5,18 % in Säuren lösliche Phosphorsäure, insgesammt 13,53 % gegenüber ca. 2 % Phosphorsäure in den Blüthen von Carthamus Linctorius (Safflor) und 0,37 % in den

Blüthen von Calendula (Ringelblumen), den bekannten Surrogaten des Safrans.

Die Feststellung der Menge der durch Aether und auch durch Alkohol extractionsfähigen Substanzen führte zu keinem brauchbaren Resultate. Bei Herstellung der ätherischen Extracte kamen Schwankungen 3,5 bis 14,4 % bei verschiedenen Sorten vor; die alkoholischen Extracte zeigten Schwankungen von 46 bis 53 %.

Der Safranfarbstoff zeigt bekanntlich eine vollkommene Löslichkeit in Wasser, wodurch sich derselbe vor Allem von den Farbstoffen der Ringelblumen und des Safflores unterscheidet. Diese Thatsache ist, wie bekannt, von Wichtigkeit bei der Prüfung des ganzen Safrans, sowie der Safranpulver, und leistet vielfach gute Dienste, da nach Beseitigung des Farbstoffes mit Wasser die Gewebselemente sehr charakteristisch zur Beobachtung gelangen. In dieser Richtung dürfte folgende Arbeit empfehlenswerth sein:

»1 bis 2 Decigramme Safran oder Safranpulver werden auf ein kleines Filter von Papier oder auch ein Asbestfilter gebracht und mit ca. 400 bis 500 ccm siedenden Wassers behandelt.

Reine Safransorten lassen stets ein farbloses Gewebe zurück. Bleiben gefärbte Wasser auf dem Filter zurück, so sind entweder fremde Gewebe wie Safflor, Ringelblumen oder mit in Wasser schwer löslichen Theerfarbstoffen gefärbte Gewebe etc. vorhanden.

Die bei dieser Arbeit erhaltenen Lösungen können zu weiterer Erkennung des Safranfarbstoffes, sowie auch in Wasser löslicher, fremder, vegetabilischer und Theerfarbstoffe, dienen, unter welch' letzteren die Azofarbstoffe eine Rolle spielen. Sehr beachtenswerth bleibt auch ein langsames Verdunsten der, wie oben erwähnt, erhaltenen wässerigen Lösung (ca. 5 bis 10 ccm) und zwar in einer flachen Schale von Porzellan. Reine Safranfarbstofflösungen geben einen gleichmässigen, tiefgelben Rückstand ohne jedwelche zuvorige Ausscheidung, während bei Gegenwart fremder Farbstoffe deutlich verschieden gefärbte Zonen im Rückstand der Verdampfung zum Vorschein kommen, auch viele Farbstoffe (Theerfarbstoffe) bei gewisser Concentration Ausscheidungen geben.

Als Orientirungsprobe möge hier auch noch auf das Verhalten gegen concentrirte Schwefelsäure hingewiesen werden, vor Allem bei Untersuchung der Safranpulver. Werden einige Tropfen (ein Tropfen genügt vielfach) conc. Schwefelsäure in eine kleine Schale oder auf einen Porzellanteller gebracht und eine kleine Menge des betreffenden Safranpulvers aufgestreut, so tritt die charakteristische Blaufärbung ein, die nach kurzer Zeit in Braun übergeht. Sind neben Safranfarbstoff andere Farbstoffe vorhanden, so ist stets die zuerst auftretende Färbung schon beeinträchtigt und nicht tiefblau, sondern mehr oder weniger verändert und rasch umschlagend.

Versuche, den Safranfarbstoff »das Crocin« in seiner charakteristischen Spaltung mittels Säuren für die Erkennung der Reinheit zu verwerthen, waren nicht von besonderem Erfolge begleitet, verdienen jedoch eine Erwähnung. Die Spaltung des Crocins mittels Säuren und Bestimmung des abgeschiedenen Crocetins (Spaltungskörpers) wurde in folgender Weise durchgeführt.

1 g des pulverisirten Safrans wurde wiederholt mit ca. 50 ccm siedenden Wassers behandelt, die erhaltenen Auszüge filtrirt und mit heissem Wasser so lange ausgewaschen, bis das gesammte Filtrat 200 ccm betrug. Dasselbe, mit 10 ccm Normal-Salzsäure versetzt, wurde etwa 15 Minuten im gelinden Sieden erhalten, wodurch eine flockige Ausscheidung von Crocetin entstand, welche, auf ein gewogenes Filter gebracht, nach dem Auswaschen mit etwa 20 bis 30 ccm siedenden Wassers bei 100 ° getrocknet und gewogen wurde.

Bei 10 Safransorten (französischem, spanischem und österreichischem Safrane) wurden Schwankungen im gebildeten Crocetin von 9,5 bis 10,8 % erhalten, wodurch die Thatsache feststeht, dass diese Arbeit unter Umständen Beachtung finden kann, besonders wenn man die Anwendung grösserer Mengen siedenden Wassers vermeidet, die stets Crocetin zu lösen im Stande sind.

Die Verfälschungen des Safrans, welche, wie die Erfahrung zeigt, unerschöpflich sind, bewegen sich in fremden Zusätzen von vegetabilischem Ursprunge oder mineralischen Beimengungen (Beschwerungsmaterial) in Form von kohlensaurem Kalke, Baryum-

sulfat, Kochsalz, Gyps, Natriumnitrat etc. Von fremden vegetabilischen Beimengungen spielen immer noch eine hervorragende Rolle Ringelblumen, Saflor, auch Curcumawurzel, auch Klatschrosen (Papaver Rhöas), die Blüthen von Lyperia crocea, einer am Cap heimischen Scrophularinee, zu denen sich verschiedene Stärkmehlsorten, auch pulverisirte Hölzer, die entsprechend gefärbt wurden, gesellen. Eine höchst interessante ganze Safransorte, aus Florenz in den Handel gebracht, gelangte zur näheren Prüfung. Dieselbe, »Aquila Safran«, bestand nur aus ca. 2 % reinen Narben, welche mit einem Haufwerk fremder Pflanzenfasern gemengt waren, von Ansehen und Farbe des Safrans wenig verschieden. Beim Aufweichen im Wasser rollten sich die fremden Fasern auf und wurden sowohl durch ihre gelbe Farbe, als auch eigenartige mikroskopische Structur als Blumenblätter des Crocus luteus erkannt. — Die Blumenblätter der Crocusarten bestehen aus langgestreckten, dünnwandigen Parenchymzellen, durchzogen von zarten Gefässbündelsträngen, die aus Spiralgefässen aufgebaut sind.

Für Crocus luteus ist es besonders charakteristisch, dass die unter der Epidermis gelegenen parenchymatischen Schichten mit wellig gebogenen Rändern ineinandergreifen. (Siehe Fig. 1, *a.*)

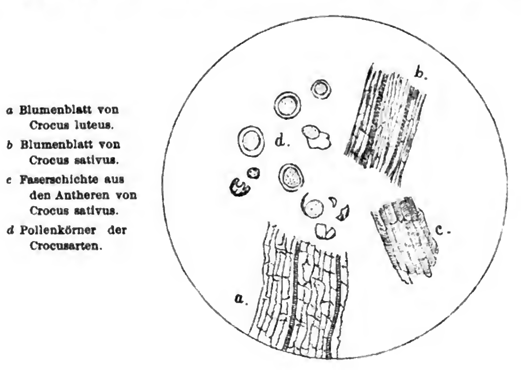


Fig. 1.

Diese Blumenblätter waren mit Honig imprägnirt und mit einem dichten, rothbraunen Ueberzuge versehen, der aus gefärbten Pollenkörnern von Crocusarten bestand. Solche gefärbte Pollenkörner erscheinen unter dem Mikroskope als gleichmässig gefärbte, violettrothe, runde Körper. Beim Liegen in Wasser wurde durch starkes Aufquellen der Intine die Exine gesprengt und liess sich dabei deutlich erkennen, dass der violette Farbstoff lediglich von der Exine fixirt war. Der körnige Inhalt der Pollenkörner trat in seiner ursprünglichen hellgelben Färbung deutlich hervor. (S. Fig. 1, *d*.)

Bei der Untersuchung von 60 Proben pulverisirten Safrans, welche aus den verschiedensten Gegenden Deutschlands bezogen wurden, waren nur 5 Proben rein. Calendula, Carthamus, Stärkmehle (Maismehl, Kartoffel-Waizenstärke) spielten eine Rolle, sehr häufig wurde auch gemahlene Kiefernborke, gefärbt, sowie der Arillus von Evonymus europäus beobachtet. Die Kiefernborke ist leicht an den stark verdickten Steinzellen und Bastfasern zu erkennen. (S. Fig. 2.)

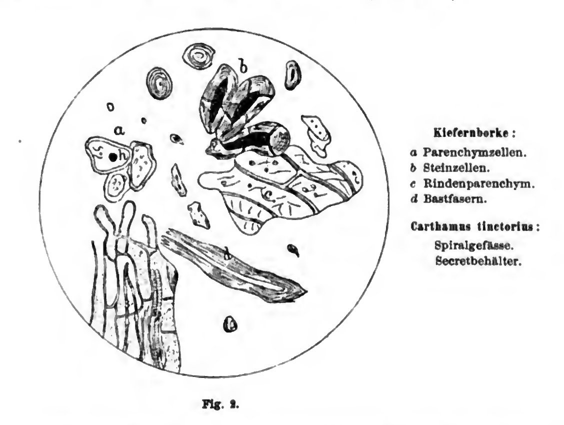


Fig. 2.

Der Arillus von Evonymus europaeus besteht aus parenchymatischem Gewebe. In dem Inhalte der Zellen sind grosse,

gelbe Oeltropfen eingebettet, ferner finden sich zahlreiche Chromatophoren, die leicht durch ihre spindelförmige Gestalt als auch orangerothe Farbe zu erkennen sind. (Siehe Fig. 3.)

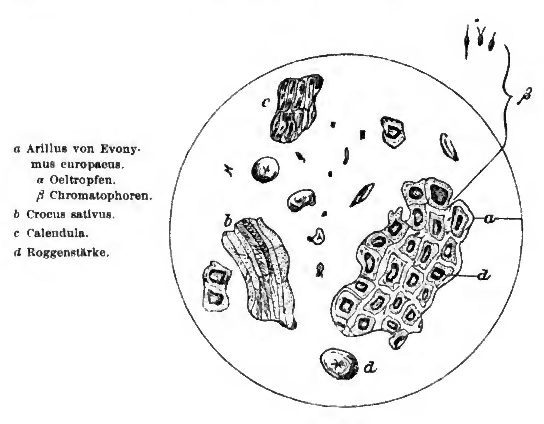


Fig. 3.

Von Theerfarbstoffen wurden in diesen Proben mit Sicherheit festgestellt: Dinitrokresolkalium, Hexanitrodiphenylammin (Aurantia), Dinitronaphtolcalcium (Victoriagelb), Corallin, Pikrinsäure, Phenylamidoazobenzolsulfosäure.

Tata-Eiweiss.

Von

C. E. Helbig,
Oberstabsarzt zweiter Klasse.

(Mittheilung aus dem hygienischen Laboratorium der Albertstadt-Dresden.)

Durch das deutsche Reichs-Patent Nr. 42462 der Klasse 53 vom 3. Juli 1887 (10. Februar 1888) wurde dem russischen Fürsten Johann Tarchan Mourawoff, genannt Tarchanoff, ein »Verfahren zur Herstellung von transparentem alkalischem Eiweiss« geschützt. Da es sich hierbei um eine bisher unbekannte Art von Eiweiss, nämlich das Tata-Eiweiss handelt, welches in mehrfacher Hinsicht für die Ernährungspraxis Vortheile verspricht, so scheint ein näheres Eingehen auf dasselbe an dieser Stelle wohl gerechtfertigt.

Der Name Tata war nach E. F. W. Pflüger's »Archiv für die gesammte Physiologie« (Bd. 33, S. 307) der Liebesname eines damals vierjährigen Mädchens, dessen zufällige Beobachtung den Ausgangspunkt von Tarchanoff's Untersuchung bildete. Dasselbe hatte nämlich im Sommer 1882 einige Dutzend Eier von Uferschwalben an dem sandigen Newa-Strande gesammelt und zum Zeitvertreibe hart gesotten. Es erstaunte über das nach Entfernung der Schale unerwartete Aussehen der Eier: Das gut geronnene Eiweiss war so vollkommen durchsichtig, dass man leicht hätte dadurch lesen können, wie durch eine convexe Linse. Man sah deutlich durch dasselbe das Eigelb. — Das Mädchen wandte sich deshalb an Tarchanoff mit der Frage, ob denn die Uferschwalben »gläserne Eier« legten.

Dieser war über den Befund um so mehr verwundert, als er nicht wusste, dass die Kiebitz-Eier ein ähnliches Verhalten zeigen. Auch enthält die sonst über Eiweiss und Eierkunde ziemlich reiche Literatur nur wenige Angaben über das Verhalten des Eiweisses der Eier verschiedener Vogelarten. Ausser John Davy[1]) hatten damals nur Valenciennes und Frémy[2]) über diesen Gegenstand geschrieben.

Tarchanoff fand bei seinen Untersuchungen, dass die beim Gerinnen glasig-gallertartige Eiweissart im Wesentlichen charakteristisch für die nacktgebornen Vögel (Nesthocker) sei und legte 1884 diese Ansicht an der angeführten Stelle in Pflüger's Archiv (S. 303 bis 378) ausführlich dar. Später gelang es ihm, auch Hühnereiweiss durch Behandlung mit Kali oder Natron in die glasig-gallertartige Modification überzuführen. Das Verfahren veröffentlichte er in der Eingangs angeführten Patentschrift.

Das Eiweiss der einige Tage lang in Natron- oder Kalilauge gelegten und sodann gekochten Hühnereier erscheint als geronnene, gallertartige, durchsichtige Masse, die in 40 proc. Alkohol conservirt werden kann. Entfernt man den Alkohol durch kochendes Wasser und lässt dann die Masse im Wasser liegen, so schwillt sie auf etwa das 2½ fache des Raumes unter Beibehaltung der Form an. Tarchanoff nennt diese Erscheinung »Rieseneier«.

Für die Praxis und auch für das Studium des Tata-Eiweisses interessanter ist das aus getrocknetem Eiweisse durch Behandeln mit warmer, dünner Alkalilauge erhaltene Tata-Pulver. Ein solches Originalpulver aus Tarchanoff's Laboratorium unterschied sich äusserlich nicht von getrocknetem, russischen Eiweiss, welches neuerdings im Handel unter dem Namen »krystallisirtes Eiweiss« zu haben ist[3]). Pulverisirt man eine helle Sorte des letzteren bis zur gleichen Feinheit, so ist das Aussehen das nämliche, auch der mikroskopische Befund, der Geruch und das Verhalten beim trockenen Erhitzen lassen keinen Unterschied

1) Edinbourgh New Philosophical Journal, October 1863.

2) Annales de Chimie et de Physique, 3. sér., (1857) Bd. 50, S. 129.

3) Die Herstellung beschreibt: Carl Ruprecht, die Fabrication von Albumin und Eierconserven, Wien, A. Hartleben's Verlag 1882.

erkennen. Dagegen ist der Geschmack insofern abweichend, als Tatapulver nicht leimartig an der Zunge und den Zähnen klebt, auch würziger und salziger als das krystallisirte Eiweiss schmeckt.

Die chemische Untersuchung ergibt qualitativ keinerlei Unterschied bezüglich der zahlreichen Albuminreactionen. Nur in einer Hinsicht verhält sich das Tatapulver eigenartig, nämlich gegenüber Wasser. Trockenes oder frisches Hühnereiweiss löst sich bekanntlich mehr oder weniger trüb in Wasser und lässt sich, je nach der Concentration der Lösung (und anderer Nebenumstände) mit oder ohne Ansäurung, durch Kochen ausfällen. Tatapulver quillt dagegen im Wasser binnen wenigen Minuten beträchtlich, bis zum 20 fachen des ursprünglichen Raumes, auf. Bei tagelangem Liegen im Wasser steigt die Quellung noch etwas, etwa bis zum 26 fachen. Auch lösen sich dabei gegen 25 % der Masse. Die gewöhnliche Dialyse ist nicht thunlich, da es in den gebräuchlichen Dialysatoren, so auch in dem neuesten von Schneider, zu bald verdirbt. Ersetzt man aber die Dialyse durch eine Auswaschvorrichtung derart, dass man Tatapulver auf ein Filter bringt und tagelang Wasser langsam aufträufeln lässt, so erhält man ein aschereiches Filtrat, während die aschearme Hauptmenge auf dem Filter verbleibt. Das Filtrat trübt sich beim Erhitzen nicht, erst beim Ansäuren fällt das gelöste Eiweiss und zwar vollständig aus.

Das Tatapulver ist ziemlich hygroskopisch, im wasserdampfgesättigten Raume nimmt die lufttrockene Substanz noch etwa 80 % des Gewichtes binnen einigen Tagen zu, klumpt dabei zusammen, schimmelt später und fault. Der Wassergehalt des lufttrockenen Pulvers folgt bei offener Aufbewahrung den Schwankungen des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft. Ueber Schwefelsäure zeigte sich nach einer Woche 7 ½, nach drei Wochen 8 % Gewichtsverlust. Im Luftbade liess sich bei 100 ° C. nach etwa 20 Stunden unter 10 % Verlust Gewichtsbeständigkeit erreichen; bei 120 bis 125 ° nach 6 Stunden unter 11 ½ %.

Eigenthümlich ist ferner das Verhalten zum künstlichen Magensaft. Tarchanoff fand (a. a. O. S. 311), dass durch letzteren das natürliche coagulirte Tataeiweiss wenigstens acht oder zehn Mal

rascher als Hühnereiweiss verdaut wurde. — Aehnlich verhält sich Tatapulver zu Pepsin, von welchem es angesäuert erheblich leichter als Eiconserven oder gekochtes Hühnereiweiss gelöst wird.

Es fragt sich nun, ob in dem sonstigen physikalischen Verhalten und der quantitativen Zusammensetzung sich ein Anhalt zur Beurtheilung der neuen Eiweissart gewinnen lässt? Dass keinerlei täuschende Zuthat vorliegt, musste zunächst festgestellt werden. Eiconserven-Verfälschungen sollen nach G. Marquard in Dammer's »Lexicon der Verfälschungen«, Leipzig 1887, S. 10, überhaupt in der Praxis kaum bekannt sein; K. Ruprecht (a. a. O. S. 147) gibt dagegen Albumin-Verfälschungen mit Traganth, Leim, Dextrin u. s. w. als häufig an. Weder bei Tatapulver, noch bei einem der damit verglichenen Erzeugnisse (krystallisirtem Eiweiss von S. Berg Nachfolger, Effner's Eierconserven, Albuminum ex ovis von Gehe & Comp. u. s. w.) wurde eine auf eine Verfälschung deutende Reaction gefunden. Auch liess sich aus Berg's Eiweiss nach Angabe der Patentschrift (unter Verwendung schwacher Natronlauge) ein dem Originaltatapulver anscheinend gleiches Erzeugnis erzielen.

Physikalisch soll sich nach Tarchanoff das natürliche Tataeiweiss aus Rabeneiern durch eine geringere Drehung des polarisirten Lichtstrahles vor Hühnereiweiss auszeichnen. Er fand für Hühnereiweiss in seinem Apparate — 35,1° und — 35,3°, für Rabentata aber — 34° und — 34,3°. — In einem Polaristrobometer von Hermann & Pfister in Bern fanden wir für filtrirtes Hühnereiweiss — 37°, für das Filtrat des Tatapulvers aber – 29°, als Mittel von je zwölf Beobachtungen. — Diese Verminderung der specifischen Drehung ist wohl grösstentheils nur scheinbar, indem bei der Berechnung von einer Trockensubstanz ausgegangen wird, welche optisch unwirksame Asche in grösserer Menge (nämlich 32,2 % gegen 4,6 %) enthält.

Zur Beurtheilung der quantitativen Zusammensetzung der Nahrungsmittel pflegt man bekanntlich Werthe für Wasser, Asche, Fett, Eiweiss und stickstofffreie Extractivstoffe anzugeben. Bezügliche Ziffern für Eiweissconserven fanden wir in der Literatur nicht; sie wurden daher für Berg's krystallisirtes Eiweiss er-

mittelt. Hinzugefügt sei zum Vergleiche die häufig citirte Hühnereiweiss-Analyse von Prout, auf 10 % Wasser umgerechnet:

	Wasser	Asche	Fett	Eiweiss	N-freie Extractivstoffe
Tatapulver . .	9,9	8,3	0,3	72,8	8,7
Eiweissconserve .	13,4	4,1	0,3	73,6	8,6
Hühnereiweiss .	10	3,8	2,9	71,8	11,5

Aus der Tabelle ergibt sich, dass nur Asche und Fett des Tatapulvers von den gleichartigen Werthen des Hühnereiweisses abweichen. Nun ist die Minderung des Fettes, d. h. der durch Aether extrahirbaren Stoffe, anscheinend eine Folge der Herstellung der Eiweissconserven durch Trocknen. Es bleibt also als charakteristisch nur der hohe Aschengehalt; die hierfür angegebene Zahl: 8,3 % fand sich als Mittel aus sieben Bestimmungen.

Bei der quantitativen Analyse der Asche selbst fand sich:

	Rohasche	CO_2	Reinasche	In 100 Theilen Reinasche						
				K_2O	Na_2O	CaO	Fe_2O_3	P_2O_5	SO_3	Cl
Hühnereiweiss Poleck	—	11,6	—	32,2	31,6	2,0	0,5	5,5	3,0	27,7
	4,9	11,5	4,4	31,4	26,7	3,2	0,6	4,3	1,5	32,3
„ Weber	5,4	9,7	4,9	30,6	36,4	3,2	0,6	3,5	1,9	26,4
„ Palm	—	—	4,6	31,4	31,6	2,8	0,6	4,4	2,1	28,8
Tatapulver	8,3	12,0	7,3	33,0	26,4	3,6	0,8	17,3	17,5	5,4
Tatafiltrat	36,6	11,9	32,2	26,4	37,3	4,1	1,2	9,7	9,6	11,2

Die Zahlen für Hühnereiweiss wurden entnommen aus: »Emil Wolff, Aschen-Analysen von landwirthschaftlichen Producten (I. Theil) Berlin 1871« und »R. Palm, Nahrungs-, Genussmittel und Getränke; St. Petersburg 1882, S. 28«. Die Mittelwerthe mehrerer Elementaranalysen im Vergleiche mit den für Eiweiss berechneten Werthen zeigt folgende Uebersicht:

	C	H	N	S	P	O
Albumen: $C_{144} H_{122} N_{18} S_2 O_4$ . .	53,4	7	15,7	1,6	—	22,4
Ausgewaschenes Tata	50,1	6,7	15,4	1,2	0,3	24
Albumen, auf 72 % Reingehalt an $C_{144} H_{122} N_{18} S_2 O_4$ berechnet .	38,9	5	11,4	1,2	—	16,1
Tatapulver	44,2	8,6	11,7	1,4	0,5	—

Die Uebereinstimmung der Werthe der letzten beiden Zeilen lässt sich vergrössern, wenn man z. B. von H den Wasserstoff von 10 % Wasser des Tatapulver abzieht. Noch mehr lassen sich die ersten beiden Zeilen in Uebereinstimmung bringen, wenn man berücksichtigt, dass das ausgewaschene Tata 1,3 % Glührückstand gibt.

Die Art und Weise, wie das Waschwasser auf das Tatapulver wirkt, zeigt folgende Uebersicht:

Tata-pulver in g	In Wasser unlöslich						In Wasser löslich						Wasser	
	Bei 100° getrocknet		Glühverlust		Glührückstand		Bei 100° getrocknet		Glühverlust		Glührückstand			
	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	g	%
2,5	—	—	—	—	—	—	0,653	25,4	0,41	16,4	0,225	9	—	9,4
3,0415	1,982	65,2	1,951	64,2	0,031	1	—	—	—	—	—	—	—	—
3,021	2,017	66,8	1,9705	65,23	0,0465	1,54	0,738	24,4	0,4585	15,2	0,2795	9,2	0,266	8,8
Mittel	—	66	—	64,7	—	1,3	—	24,9	—	15,8	—	9,1	—	9,1

Dies sind die Daten, welche sich aus der zur Verfügung befindlichen Menge von Tarchanoff's Tatapulver ermitteln liessen. Sie bedürfen mehrfach der Ergänzung, insbesondere durch Analysen von natürlichem Tata-Eiweiss. Vorläufig würde sich aus den gefundenen Thatsachen etwa Folgendes schliessen lassen:

a) Wäscht man Tatapulver langsam mit Wasser aus, so löst sich ein Viertel desselben. Die Lösung enthält die grössere Menge ($^9/_{10}$) der Aschenbestandtheile; sie dreht infolge dessen das polarisirte Licht erheblich geringer als Hühnereiweiss.

b) Die auf dem Filter verbliebene Tatamenge kommt nach der Elementar-Analyse dem reinen Albumin nahe.

c) Die Mehrzahl der ziffernmässigen Ergebnisse der Analyse hat nichts Auffallendes; befremdend sind nur die Mengen der Säuren und Halogene. Während Schwefelsäure und Phosphorsäure erheblich vermehrt sind, erscheint das Chlor wesentlich vermindert. Die angegebenen Ziffern

sind Mittelwerthe mehrerer, meist gut stimmender Analysen, zufällige Irrungen somit nicht wahrscheinlich.

d) Die erwähnte Abweichung des Säuregehalts erklärt sich vielleicht daraus, dass das Eiweiss nach der Behandlung mit Alkali zur Wiederentfernung des letzteren in angesäuertes Wasser gelegt wurde. Einige Proben ohne Ansäuerung selbstbereiteten Tata-Eiweisses ergaben diesen Säureüberschuss nicht und bestätigten somit die ausgesprochene Vermuthung.

e) Die für die Aschenwerthe angegebenen Ziffern sind Mittel mehrerer Bestimmungen, welche unter sich gut stimmen. Diese Werthe harmoniren aber insofern nicht, als in der Asche des Filtrats u. a. mehr Natron und Chlor gefunden wurde, als nach der procentuarischen Berechnung gegenüber dem Tatapulver möglich war. Hierbei ist zu bemerken, dass in Bezug auf beide Stoffe auch die Analysen des gewöhnlichen Hühnereiweisses stark abweichen, so gibt im Vorstehenden Weber 9,7 % der Reinasche mehr Na_2O an, als die zweite Analyse Poleck's, oder mit anderen Worten: der von letzterem gefundene Werth ist um 32,5 % geringer, als der von Weber angegebene. Für Chlor findet dagegen Poleck 5,9 % der Reinasche, oder 22,3 % des Weber'schen Werthes, mehr. — In der Hauptsache sind diese Unterschiede wohl in der Individualität der Hühner und deren Eier bedingt. Beim Tatapulver kommt noch der ungleich starke Einfluss des bei der Bereitung verwandten Alkali und der des nachfolgenden Behandelns mit Wasser oder Säure hinzu.

f) Das Aetznatron, welches Hühnereiweiss in Tataeiweiss verwandelt, scheint dabei keine Verbindung mit dem Eiweiss einzugehen; denn es wird schon bei der gewöhnlichen Tatabereitung nicht nur wieder ausgewaschen, sondern dabei wohl noch ein Theil des dem Hühnereiweisse ursprünglich zukommenden Alkali beseitigt. Durch weiteres Auswaschen lässt sich fast sämmtliches Alkali aus dem Tata entfernen.

An dieser Stelle bedarf es keiner Darlegung, dass die erwähnten Eigenthümlichkeiten des Tataeiweisses für die Würdigung desselben als Nahrungsmittel von Bedeutung sind. — Hierzu kommt die Einfachheit und Billigkeit der Herstellung aus gewöhnlichen Eiern oder getrocknetem Eiweiss. Die Geschmacklosigkeit des gequollenen Tata gestattet den Zusatz von Gewürzextracten u. dgl. in breitem Umfange. Das gequollene Tata lässt sich deshalb in mannigfacher Weise in der Küche verwerthen. Das roh gut geniessbare Tatapulver steht an Haltbarkeit anscheinend kaum einer bisher bekannten Ei-Conserve nach.

Aber auch die theoretische Chemie hat Interesse an der neuen, sich scharf abhebenden Eiweiss-Modification.

Erklärung der Abbildungen

(zu Munnich, Favuspilz, Archiv für Hygiene Bd. 8 S. 246—261).

Tafel III.

Fig. 1 u. 2. 14 Tage alte Favuscultur, 3. Generation, auf saurer Löffler'scher Agar, bei 30° aus einem Haare in Gläsern gezüchtet. Vergr. $^{400}/_{1}$.

Fig. 3. 10 Wochen alte Favuscultur, 1. Generation, in saurer Löffler'scher Gelatine mit 2% Glucose, bei 22° aus einem Haare im Reagensglas gezüchtet; das Präparat ist aus der Tiefe des Nährbodens genommen und mit warmer 1‰ Eosin-Lösung gefärbt. Vergr. $^{400}/_{1}$.

Fig. 4. Aus der gleichen 10 Wochen alten Cultur von einem kleinen Knöpfchen an der Oberfläche. Vergr. $^{400}/_{1}$.

Tafel IV.

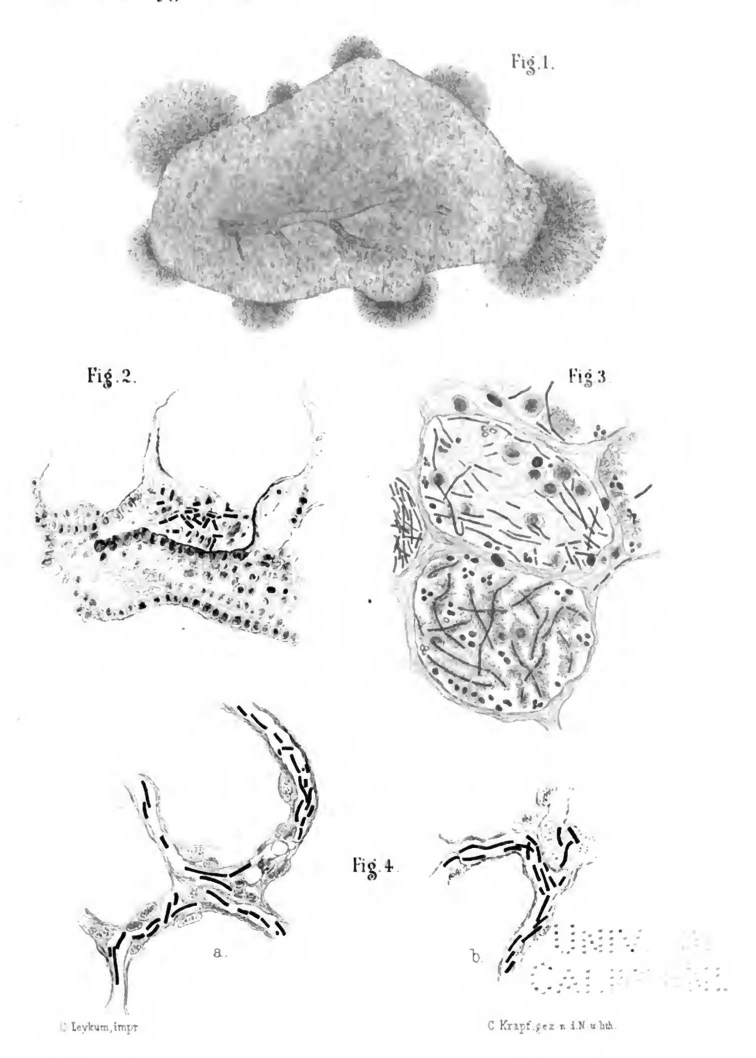
Fig. 5. Mycelfaden aus der letztgenannten Cultur (Fig. 3 u. 4, Tafel III). Vergr. $^{1000}/_{1}$.

Fig. 6. 14 Tage alte Cultur aus einer Blutserum-Agar-Platte bei 30°; 1. Generation aus einer lang aufbewahrten der Kopfhaut entnommenen Favusborke. Vergr. $^{400}/_{1}$.

Fig. 7. Ein in saurer Löffler'scher Agar im Reagensglas bei 30° gekeimtes Favushaar. Vergr. $^{100}/_{1}$.

Fig. 8. Sporotrichum laxum. Vergr. $^{400}/_{1}$.

Fig. 9. Aspergillus clavatus. Vergr. $^{50}/_{1}$.


Fig.1.
Fig.2.
Fig.3.
Fig.4.
a.
b.
C Leykum, impr
C Krapf, gez n d N u lith.

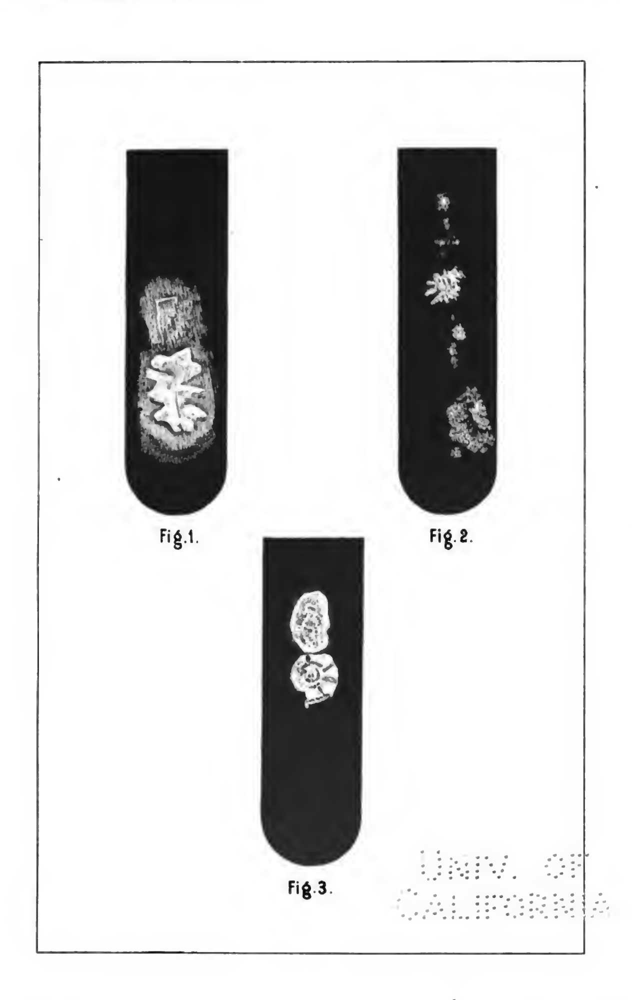


Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

C. Krapf, lith. Carl Leykum, impr.



Fig. 1.



Fig. 2.

VERLAG VON R. OLDENBOURG IN MÜNCHEN UND LEIPZIG.



Fig. 3.

Fig. 4.

LICHTDRUCK VON J. OBERNETTER IN MÜNCHEN.



Fig. 5.



Fig. 7.



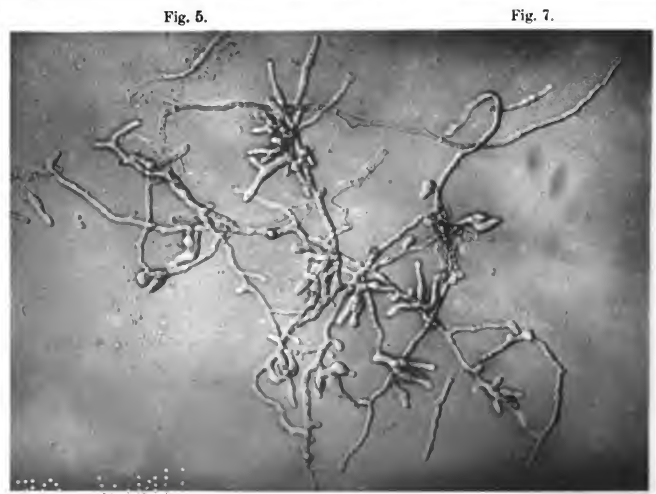


Fig. 6.

VERLAG VON R. OLDENBOURG IN MÜNCHEN UND LEIPZIG.

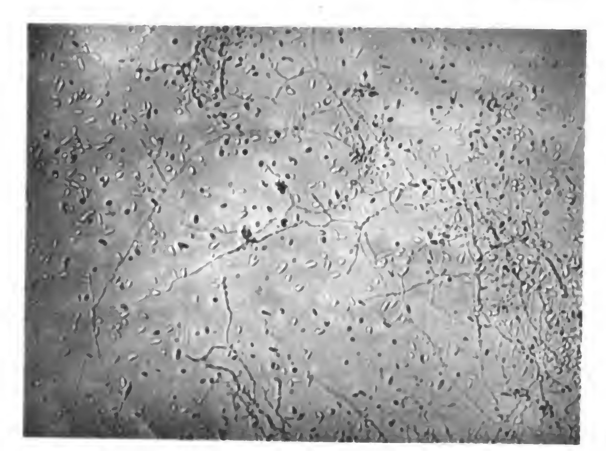


Fig. 8.

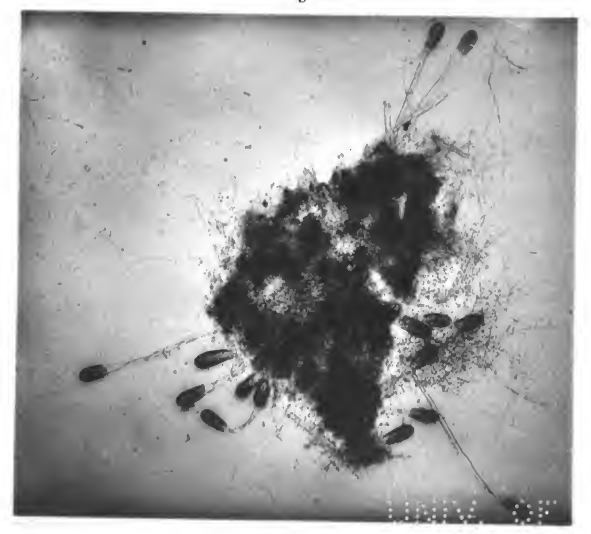
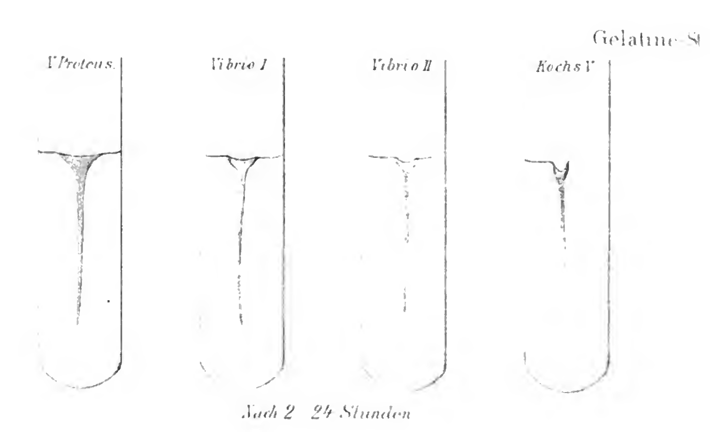
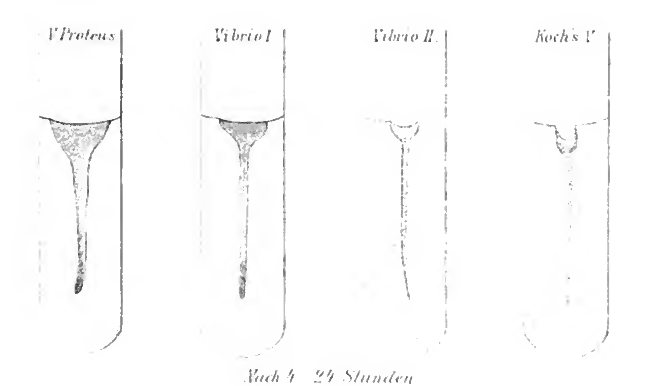


Fig. 9.

LICHTDRUCK VON J. OBERNETTER IN MÜNCHEN.

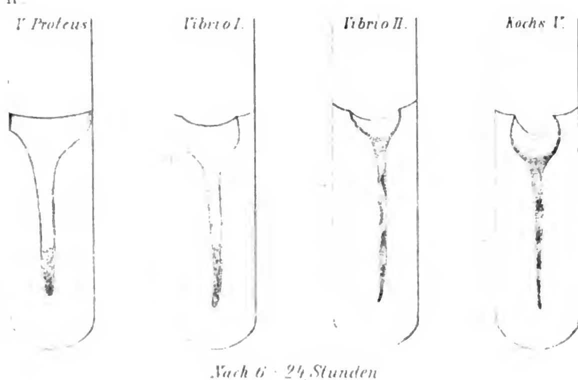


Nach 2 · 24 Stunden

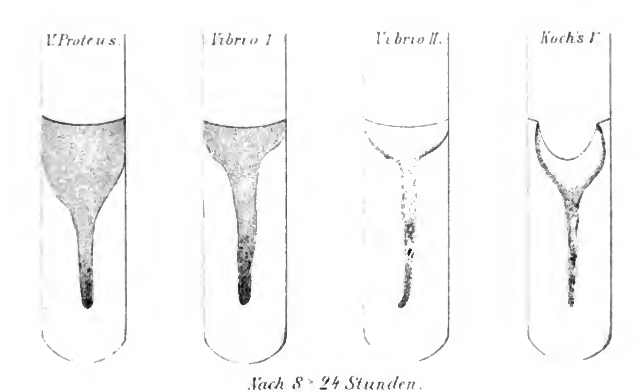


Nach 4 · 24 Stunden

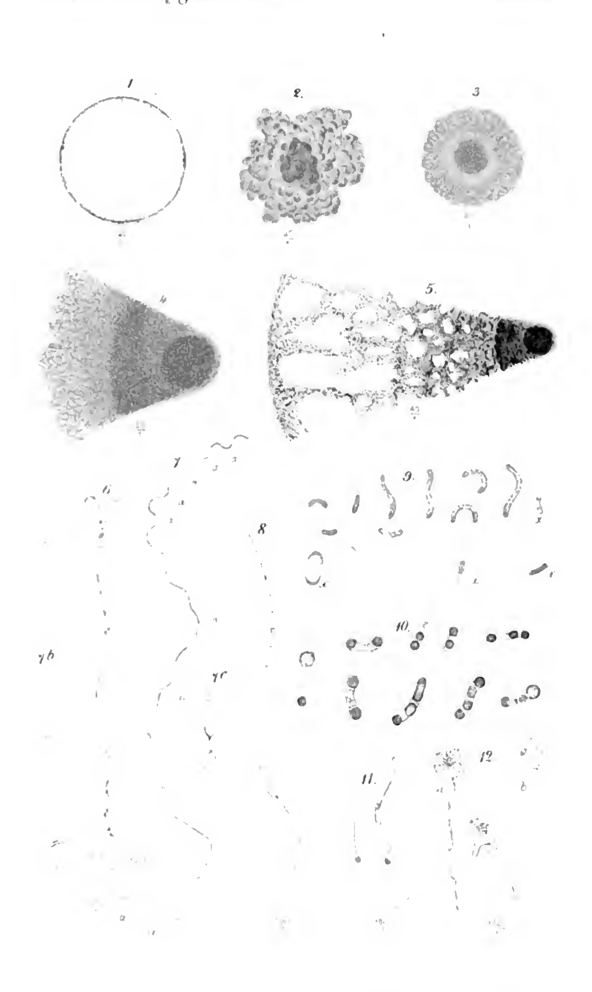
-heulturen.



Nach 6 × 24 Stunden.



Nach 8 × 24 Stunden.


1
2.
3
4
5.
6
7
8
9.
10.
11.
12
7b
7c

